

ÍNDICES DE VIGOR DE SEMENTES DE MILHO (*ZEAMAYS* L.): ASSOCIAÇÃO COM EMERGÊNCIA EM CAMPO, CRESCIMENTO E RENDIMENTO DE GRÃOS¹

FREDERICO O. M. DURÃES², HELENA M. C. PESCARIN CHAMMA³, JOSÉ DIAS COSTA⁴,
PAULO CÉSAR MAGALHÃES², CLEVERSON DA SILVEIRA BORBA²

DURAES

F.O.M.

1995

RESUMO - O objetivo do trabalho foi o de avaliar o efeito do vigor de sementes na emergência, crescimento e rendimento de três cultivares de milho de ciclos normal, precoce e superprecoce, e em lotes de alta, baixa e alta porcentagem de germinação, respectivamente. O índice de vigor foi determinado para cada lote de sementes, sendo os resultados de cada teste de laboratório convertidos para uma classe de vigor. Esse índice foi calculado pela determinação da média das classes de vigor para todos os testes realizados. Os testes de germinação, frio com solo, envelhecimento artificial, e a taxa de crescimento de plântula mostraram-se úteis na composição de índices de vigor de sementes de milho. O vigor das sementes afetou a emergência em campo e a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos estádios iniciais do crescimento. O efeito do vigor das sementes no crescimento vegetativo foi consistente, entretanto, esse efeito não foi verificado quando se associou índices de vigor e rendimento de grãos. Os rendimentos foram mais influenciados pela densidade de plantas e foram significativamente superiores nas maiores densidades de cultivo, para as três cultivares avaliadas.

Termos para indexação: *Zea mays* L., semente, qualidade fisiológica, germinação, emergência em campo, índice de vigor, crescimento, rendimento.

VIGOR INDEX OF SEED CORN (*ZEAMAYS* L.): ASSOCIATION WITH THE FIELD EMERGENCE, GROWTH AND GRAIN YIELD

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of seed vigor in field emergence, growth and yield of three maize cultivars of different cycles, normal, early and very early, from seed lot with high, low and high germination respectively. Vigor index were determined for each seed lot. The standard germination, cold and accelerated-aging tests, and seedling growth rate showed to be useful on the composition of vigor index of maize seeds. The seeds vigor affected the capacity of seedlings in accumulate dry matter in early stages of growth. There was no effect of vigor index of seeds on yield. However, grain yield was associated to plant density and were significantly higher in the greater plant densities for all three cultivars evaluated.

Index terms: *Zea mays* L., seed, physiological quality, germination, field emergence, vigor index, growth, yield.

INTRODUÇÃO

Cultivo comercial do milho é afetado por diversos fatores, entre eles a viabilidade e vigor das sementes utilizadas. A qualidade das sementes pode influenciar a uniformidade, a velocidade e a porcentagem de emergência em campo, além de apresentar reflexos sobre a produção final (Durães et al., 1993a).

O vigor das sementes de milho, comumente avaliado pelo teste de frio (Funk et al., 1962; Burris & Navratil, 1979) ou pelo peso seco da plântula (Burris, 1975). Diferenças de vigor entre lotes de sementes de milho podem ser detectadas por esses dois testes; entretanto, outros métodos laboratoriais têm procurado obter uma relação consistente entre o vigor da semente e o seu desempenho em campo, visto que o vigor das sementes afeta a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos estádios iniciais do crescimento.

Inúmeros estudos tratam da relação entre testes laboratoriais de germinação e vigor e a emergência em campo. Burris (1975) relatou uma inconsistente resposta da emergência de plântulas de milho para vigor, em sistemas convencionais de plantio. Johnson & Wax (1981), entretanto, relataram que lotes de sementes de alto vigor apresentaram uma emergência mais rápida, além de um maior estande final, comparado com lotes de sementes de baixo vigor.

¹ Aceito para publicação em 28.12.94.

² Pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA - Caixa Postal, 151 - CEP: 35701-970 - Sete Lagoas, MG.

³ Enga.-Agra., M.Sc., Técnica de nível superior do Laboratório de Tecnologia de Sementes, Departamento de Agricultura/ESALQ/USP - Caixa Postal, 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP.

⁴ Professor Doutor do Dep. de Agricultura da ESALQ/USP - Caixa Postal, 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP

Por outro lado, as relações do vigor de sementes com o rendimento são menos pesquisadas. A ausência de uma relação consistente entre vigor de sementes e rendimento de grãos sugere que, em cultivo normal, o crescimento vegetativo requerido para maximizar rendimento deve ser superior a um mínimo considerado crítico. O uso de sementes de alto vigor procura assegurar uma adequada população de plantas, em variadas condições de campo durante a emergência.

Fatores ambientais que limitam a adaptação de alguns cultivares de milho interferem, de forma significativa, no rendimento de grãos. Esse rendimento tende a ser limitado por processos que influenciam a oferta de assimilados no período de enchimento de grãos e/ou processos que controlam o desenvolvimento do grão-dreno (Hanway, 1963; Daughtry et al., 1984; Durães et al., 1993b).

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi o de avaliar o efeito do vigor de sementes na emergência em campo, crescimento e rendimento de três cultivares de milho de ciclos normal, precoce e superprecoce, e em lotes com alta, baixa e alta porcentagem de germinação, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Departamento de Agricultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Campus de Piracicaba, SP, no período de novembro de 1991 a julho de 1992, utilizando o Laboratório de Tecnologia de Sementes e campo experimental.

A) Associação índice de vigor com emergência em campo

Foram utilizados três cultivares comerciais de milho híbrido, representativos de diferentes ciclos de cultivo: XL 380, normal, híbrido triplo, denominado c1; BR 201, precoce, híbrido duplo, (c2); P 3072, superprecoce, híbrido simples modificado, (c3). Originalmente obtiveram-se, para cada cultivar, três lotes de sementes representando três níveis resumivelmente diferenciados de qualidade fisiológica (alta, média, baixa), obtidos através do método de envelhecimento artificial, descrito por Delouche & Baskin (1973) com modificações (EA = 0,0h, controle; EA = 48h, 42°C, 100% UR utilizando B.O.D.; EA = 96h, 42°C, 100% UR B.O.D.).

Para cada um desses lotes, calculou-se um índice de vigor, utilizando-se a porcentagem de testes laboratoriais de germinação, frio com solo, envelhecimento artificial (Gerbox) e acúmulo de matéria seca na plântula, conforme descritos em Marcos Filho et al. (1987). Posteriormente, determinou-se a média das classes de vigor para todos os testes. Os lotes de sementes foram classificados em alto, médio ou baixo vigor, quando as classes de vigor foram >8,0, de

6,0 a 8,0, e <6,0, respectivamente, de acordo com as Tabelas 1 e 2. Os intervalos de classe foram selecionados de forma similar àqueles apresentados para soja, por TeKrony & Egli (1977), e para milho, por TeKrony et al. (1989a, 1989b), para representar a aceitabilidade comercial (>85%) ou inaceitabilidade (<60%), e intermediária (60 a 85%), com base em resultados do teste de germinação.

As análises da variância, segundo delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, foram efetuadas para cada teste conduzido. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

B) Associação índice de vigor com crescimento de planta e rendimento de grãos

Em estudos prévios foram avaliados o efeito do vigor de sementes na emergência de três cultivares de milho de ciclos normal, precoce e superprecoce, com lotes de alta, baixa e alta porcentagem de germinação, respectivamente. Sementes oriundas dessa etapa de pesquisa foram cultivadas, de fevereiro a julho de 1992, em Piracicaba-SP, em três densidades de população de plantas (d1- 33 mil, d2- 55 mil, d3- 77 mil plantas/ha).

TABELA 1. Procedimento para determinar o índice de vigor de sementes de milho, usando germinação e testes de vigor. USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 1992.

Classes de vigor ¹	Germinação ² (%)	Testes de vigor	
		Germinação ³ (%)	Matéria seca (mg/plântula)
0	<50	<45	<35
1	51-55	46-50	36-40
2	56-60	51-55	41-45
3	61-65	56-60	46-50
4	66-70	61-65	51-55
5	71-75	66-70	56-60
6	76-80	71-75	61-65
7	81-85	76-80	66-70
8	86-90	81-85	71-75
9	91-95	86-90	76-80
10	96-100	91-100	>80

¹ Os resultados de cada teste de laboratório foram convertidos para uma classe de vigor. O índice de vigor foi calculado pela determinação da média da classe de vigor para todos os testes de germinação (incluindo germinação padrão).

² Padrão mínimo oficial para comercialização de sementes de milho no Brasil (germinação >85%).

³ Média dos testes de frio e envelhecimento artificial.

TABELA 2. Germinação (G) e vigor de lotes de sementes de três cultivares de milho, em três níveis presumivelmente diferentes de qualidade fisiológica. USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 1992.

Tratamento ¹		G	TF ²	EA ³	EC ⁴	TCP ⁵ (parte aérea) -mg/plântula-	Índice de vigor ⁶	Vigor do lote
Cultivar	Qualidade fisiológica							
c1 - XL 380	alta	91	89	88	100	88,5	9,0	Alto
	média	97	94	87	99	90,5	9,5	Alto
	baixa	93	97	88	98	92,5	9,5	Alto
	Média				99,0			
c2 - BR 201	alta	52	26	53	69	39,5	0,5	Baixo
	média	66	25	34	68	29,5	2,0	Baixo
	baixa	38	20	21	63	20,5	0,0	Baixo
	Média				66,7			
c3 - 3072	alta	97	100	88	98	94,0	10,0	Alto
	média	94	99	92	97	95,5	9,5	Alto
	baixa	65	97	89	98	93,0	9,5	Alto
	Média				97,7			

¹ Ciclo da cultivar: c1- normal, c2- precoce, c3- superprecoce.

² TF - Teste de frio.

³ EA - Envelhecimento artificial.

⁴ EC - Emergência em campo, aos 21 dias após a semeadura.

⁵ TCP - Taxa de crescimento de plântula, aos 21 dias após a semeadura.

⁶ O índice de vigor (IV) foi determinado para cada lote de sementes, conforme Tabela 1.

O experimento foi conduzido de acordo com o delineamento tipo blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições, em um solo caracterizado por Terra Roxa estruturada eutrófica, A moderado, textura argilo-areosa/muito argilosa, de acordo com a classificação de Vidal e Forrado & Sparovek (1993).

A unidade experimental foi composta por cinco linhas de 16,0m de comprimento, espaçadas 0,90m entre si. As duas linhas extremas serviram como bordaduras.

Durante o ciclo das plantas foram efetuadas avaliações em intervalos regulares de 14 dias, para a caracterização das etapas vegetativa e reprodutiva. Por ocasião da época do florescimento (antes e após), as amostragens foram semanais. A primeira amostragem foi efetuada no 21º dia após a semeadura (DAS) e coincidente com o desbaste de plantas, para o ajuste das densidades de plantas programadas nos tratamentos. Foram determinadas altura da planta e o número de folhas por planta, área foliar, matéria seca da planta por órgão (colmo+bainha, limbo foliar, pendão, espiga = brácteas + sabugo + grãos), produção por área e ponto de maturidade fisiológica (PMF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A) Associação índice de vigor com emergência no campo

As emergências médias para os lotes das cultivares normal, precoce e superprecoce foram de 98,0, 66,7 e 97,7%, respectivamente (Tabela 2). Independente da cultivar, as emergências médias dos lotes de alto vigor foram superiores às dos lotes de baixo vigor. Não houve diferenças significativas entre lotes de sementes da mesma cultivar.

A análise dos dados de germinação e vigor das plântulas indicou que o método de envelhecimento artificial utilizado, visando obter três lotes de sementes com qualidade fisiológica presumivelmente diferenciados, não conferiu, de um modo geral, alteração significativa na viabilidade das sementes. Observou-se maior decréscimo relativo do vigor das sementes, no lote (cultivar precoce) com qualidade inicial inferior.

Os testes selecionados de germinação e vigor (teste de frio, envelhecimento artificial e emergência no campo aos 21 dias após a semeadura) apresentaram consistência para ex-

pressar índices de vigor das sementes. Na fase inicial de plântula as reservas da semente são importantes para seu desenvolvimento, o que justificou a inclusão do acúmulo diferencial de matéria seca como um critério adicional de avaliação do vigor das sementes. A esse respeito, observa-se que genótipos com desenvolvimento inicial lento, como algumas linhagens de milho; ou mesmo com algumas particularidades genéticas contrastantes, como por exemplo, performance vegetativa de linhagens, híbridos e variedades, não foram testados conjuntamente nesse estudo.

B) Associação com crescimento de planta e rendimento de grãos

Os resultados do experimento de campo mostraram que o efeito consistente de vigor das sementes verificado no crescimento vegetativo não ocorreu quando se associou índices de vigor e rendimento de grãos. Por outro lado, rendimentos estão associados à densidade de plantas e foram significativamente superiores nas maiores densidades de cultivo, para as três cultivares avaliadas (Tabela 3). Isto é devido não apenas a vigor das sementes, mas sobretudo à interação genótipo x ambiente.

No milho, o mais intenso sítio de consumo dos produtos de fotossíntese ocorre durante a fase reprodutiva e é representado pelos grãos em processo de rápido crescimento.

O rendimento tende a ser limitado por processos que influenciam a oferta de assimilados no período de enchimento de grãos e/ou processos que controlam o desenvolvimento do grão-dreno. Diferenças de rendimento de grãos entre ge-

nótipos de milho de diferentes ciclos são examinados, com frequência, em termos da diferença entre produção total (palhada e grãos) e a partição dessa matéria seca para o grão. O transporte dos produtos fotossintetizados obedece a padrões bem estabelecidos, dependendo da morfologia da planta.

Um caráter importante na determinação da eficiência de produção de grãos é a extensão da área foliar que permanece fisiologicamente ativa após a emergência da espiga.

Na Tabela 4 são apresentados, por tratamento, os dados de altura de planta, número de folhas com limbo completamente expandido e área foliar verde.

As três cultivares apresentaram comportamento similares para a variável área foliar verde (AF), crescendo até um máximo, próximo do início do período de enchimento de grãos, e daí decresceu até à maturidade. O processo de senescência na cultivar superprecoce, que se iniciou após o florescimento (ou início do período de enchimento de grãos), foi acelerado. Essa característica contribuiu para o menor acúmulo de matéria seca total e do grão, e conseqüentemente, para os menores rendimentos da cultivar, nas três densidades de cultivo. Menores índices de área foliar, dentro de cultivar, resultaram em menores rendimentos de grãos.

As variações na densidade de plantio resultaram em alterações morfológicas e fisiológicas das plantas. Observou-se uma compensação por área de terreno, resultando em maiores acúmulos de matéria seca total e de grãos, nas maiores densidades de cultivo, para as três cultivares.

Os dados da Tabela 5 mostram que, aos 77 dias após

TABELA 3. Índices de vigor das sementes de cultivares de milho, associados com crescimento de planta e rendimento de grãos. USP/ESALQ, Piracicaba, SP, 1992.

Tratamento		IV ¹	Vigor do lote	Densidade de cultivo (1000 plantas/ha)	Matéria seca da planta (máx.)		Rendimento de grãos (kg/ha)
Cultivar	Qualidade fisiológica				DAS ²	(g/m ²)	
1 - XL 380	alta	9,0 :	Alto	33	133	1.111	5.528 ef
				55	133	1.654	6.927 cde
				77	147	1.844	9.353 b
c2 - BR 201	baixa	0,5 l	Baixo	33	133	1.234	5.837 def
				55	133	1.648	7.760 c
				77	133	2.159	11.190 a
c3 - P 3072	alta	10,0 :	Alto	33	119	776	3.653 g
				55	119	1.151	5.230 f
				77	147	1.423	7.029 cd

¹ Índice de Vigor (IV) foi determinado para cada lote de sementes, conforme Tabelas 1 e 2.

² DAS - Dias após a semeadura.

Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 4. Altura de planta (AP), número de folhas com limbo foliar completamente expandido (NFLE) e área foliar verde (AF), médias por planta, de cultivares de milho de diferentes ciclos e em três densidades de cultivo. USP/ESALQ, Piracicaba, SP. 1992.

Tratamento		AP (cm)		NFLE		AF (cm ²)	
Cultivar	Densidade (1000 plantas/ha)	77 DAS	PMF	77 DAS	PMF	77 DAS	PMF
c1 - XL 380	33	192,3 ab	197,8 a	13,8 abc	13,0 a	6.849,0 ab	776,1 ab
	55	203,5 a	208,5 a	14,3 ab	13,0 a	7.338,7 a	1.306,9 a
	77	189,0 abc	209,8 a	13,8 abc	13,0 a	6.738,6 ab	272,3 b
c2 - BR 201	33	202,0 a	205,0 a	14,0 abc	13,0 a	6.898,5 ab	849,3 ab
	55	196,5 ab	204,0 a	14,0 abc	12,8 ab	6.784,2 ab	290,9 b
	77	203,0 a	204,5 a	14,8 a	13,5 a	6.646,5 ab	177,9 b
c3 - P 3072	33	166,3 d	168,8 b	13,3 bc	10,8 c	6.203,5 bc	0,0 b
	55	172,3 cd	178,3 b	14,0 abc	11,3 bc	5.476,1 cd	0,0 b
	77	181,8 bcd	183,0 b	13,0 c	11,3 bc	5.103,3 d	15,7 b
CV (%)		6,33		5,03		10,06	

Na coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 5 Matéria seca da planta total (MST) e dos grãos (MSG), relativa aos períodos de máximo acúmulo (máx.), no ponto de maturidade fisiológica (PMF), e aos 77 dias após a semeadura (77 DAS) de cultivares de milho de diferentes ciclos, em três densidades de cultivo. USP/ESALQ, Piracicaba, SP. 1992.

Tratamento		MST				MSG			
Cultivar	Densidade (1000 plantas/ha)	máx.		PMF	77 DAS	máx=PMF		77 DAS	
		DAS	g/m ²	%	%	DAS	g/m ²	g/m ²	%
c1 - XL 380	33	133	1.111	97,7	42,1	147	476	2,3	0,48
	55	133	1.654	86,4	46,2	147	587	2,0	0,34
	77	147	1.844	100,0	47,3	147	781	3,2	0,41
	Média	137,7	1.536	94,7	45,2	147	614	2,5	0,41
c2 - BR 201	33	133	1.234	100,0	42,9	133	495	5,5	1,10
	55	133	1.648	100,0	34,3	133	672	5,1	0,76
	77	133	2.159	100,0	45,1	133	910	5,4	0,59
	Média	133	1.680	100,0	40,8	133	692	5,3	0,82
c3 - P 3072	33	119	776	97,1	58,2	147	293	4,9	1,66
	55	119	1.151	87,1	53,2	147	426	7,8	1,82
	77	147	1.423	100,0	53,8	147	557	11,7	2,10
	Média	128,3	1.116	94,7	55,1	147	422	8,1	1,86

semeadura (DAS), os percentuais do acúmulo de matéria seca dos grãos (MSG) foram mínimos, em relação ao total da matéria seca dos grãos; portanto, nesse estudo o período de enchimento de grão (PEG) foi de 77 DAS ao ponto de maturidade fisiológica (PMF, aos 147 DAS para as cultivares c1 e c3, e aos 133 DAS para c2), representando mais que

97,9% do enchimento de grãos em todos os tratamentos. Os valores máximos de matéria seca total (1.111, 1.654, 1.844 g/m², para c1d1, c1d2 e c1d3, respectivamente) foram atingidos duas semanas antes da maturidade fisiológica, exceto o tratamento c1d3; de (1.234, 1.648, 2.159 g/m², para c2d1, c2d2 e c2d3, respectivamente) atingidos na maturidade; e, de

(776, 1.151, 1.423 g/m², para c3d1, c3d2 e c3d3, respectivamente), atingidos quatro semanas antes da maturidade, exceto o tratamento c3d3. O acúmulo de matéria seca total foi maior na cultivar precoce, menor na cultivar superprecoce e intermediário na cultivar normal.

As cultivares apresentaram comportamentos diferentes para produção, influenciadas pela interação genótipo x ambiente, refletindo o comportamento da planta nas fases vegetativa e reprodutiva.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que:

- O vigor das sementes afetou a emergência em campo e a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos estádios iniciais do crescimento;

- O efeito do vigor das sementes no crescimento vegetativo foi consistente; entretanto, este efeito não foi verificado quando se associou índices de vigor e rendimento de grãos. Rendimentos foram mais influenciados pela densidade de plantas, nas três cultivares estudadas;

- Os testes de germinação, frio com solo e envelhecimento artificial, acompanhados da determinação da taxa de acúmulo de matéria seca de plântulas constituem-se em informações úteis à composição de índices de vigor de sementes de milho.

REFERÊNCIAS

- BURRIS, J.S. Seedling vigor and its effect on field production of corn. *Proc. a. Corn and Sorghum Res. Conf.* 30:185-93. 1975.
- BURRIS, J.S. & NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds. *Agron. J.*, 71 (6):985-8. 1979.
- DAUGHTRY, C.S.T.; COCHRAN, J.C.; HOLLINGER, S.E. Estimating silking and maturity dates of corn for large areas. *Agron. J.*, 76 (3):415-20. 1984.
- DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci & Technol.* 1 (2):427-552, 1973.
- DURÃES, F.O.M.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; MAGALHÃES, P.C.; BORBA, C.S. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) associados com emergência no campo e rendimento de grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, 1993. Resumos. Fortaleza, SBFV/UFCE, 1993. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, 5(1):90, jan/jun. 1993a.
- DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C.; FANCELLI, A.L.; COSTA, J.D. Partição de fitomassa e limitações do rendimento de milho (*Zea mays* L.) relacionadas com a fonte-dreno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 4., Fortaleza, 1993. Resumos. Fortaleza, SBFV/UFCE, 1993. *R. Bras. Fisiol. Veg.*, 5(1):90, jan/jun. 1993b.
- FUNK, C.R.; ANDERSON, J.C.; JOHNSON, M.W.; ATKINSON, R.W. Effect of seed source and seed age on field and laboratory performance of field corn. *Crop Sci.*, 2(4):318-20. 1962.
- HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.*, 55 (5):487-92, 1963.
- JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigor. *Agron. J.*, 73(5):859-63. 1981.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R.da. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.
- TeKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Sci.*, 17(4):573-7. 1977.
- TeKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. I. Field emergence. *Crop Sci.*, 29(6):1523-8. 1989a.
- TeKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. *Crop Sci.*, 29(6):1528-31. 1989b.
- VIDAL TORRADO, P. & SPAROVEK, G. *Mapa pedológico detalhado do Campus "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo*. Piracicaba, ESALQ, 1993. (escala 1:10.000).