

Produtividade da cultura de soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo

Soybean yield under different density of populations and cations percentage (Ca, Mg and K) in base saturation

Ronaldo Tsuyoshi Watanabe¹; Roberto Antunes Fioretto²; Inês Batista da Fonseca³; Adilson Luiz Seifert³; Débora Cristina Santiago^{3*}; Jose Eduardo Creste⁴; Arlindo Harada⁵; Mauro Cucolotto⁵

Resumo

Num experimento de campo em Cambé, PR (23°16'45" S, 51°16'45" W e 650 m) com o cultivar de soja BRS 133, foram aplicados 20 tratamentos em parcelas sub-sub-divididas, com quatro repetições em delineamento de blocos casualizados. Os tratamentos foram combinados, potássio no momento da calagem - CALPOT (0,0 e 2,35 t.ha⁻¹) nas parcelas, fontes de fósforo (STP e SSP) nas subparcelas, doses de P (40 e 60 kg. P₂O₅.ha⁻¹) nas sub-sub-parcelas e densidade de plantas (9 e 18 plantas.m⁻¹) nas sub-sub-sub-parcelas. De acordo com as variáveis analisadas, os maiores efeitos se restringiram à diferença entre as populações de plantas, com vantagem significativa para o acúmulo de matéria seca por planta (g) para população de 200.000 plantas por hectare (9 plantas por m). O equilíbrio de bases no solo por meio da aplicação de CALPOT contribuiu para maximizar esses efeitos.

Palavras-chave: Equilíbrio de bases, CALPOT, calagem, BRS 133, população de planta

Abstract

A field experiment in Cambé-PR was carried out with 20 treatments arranged in split plot with 4 replications in a randomized complete block design, using the soybean cultivar BRS 133. The treatments were CALPOT (0.0 and 2.35 t.ha⁻¹) in the main plots, source of phosphorus (STP and SSP) in sub-plot, dosages of phosphorus (40 and 60 kg of P₂O₅.ha⁻¹) in the sub-sub-plots, and density of plants (9 and 18 plants m⁻¹) in the sub-sub-sub-plots. The greatest effect was on plant population, with the highest dry matter accumulation for the density of 200.000 plants ha⁻¹ (9 plants m⁻¹). The basic cation equilibrium in the soil helped to maximize this effect.

Key words: Base equilibrium, liming, CALPOT, BRS133, density of plants

¹ Aluno de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia/UEL- Londrina- PR.

² Professor, Dr. UEL/CCA/Agronomia, Londrina, PR. E-mail: roberto@laborsolo.com.br.

³ Professores, Dr. UEL/CCA/Agronomia, Londrina, PR.

⁴ Professor, Dr. UNOESTE/CCA/Agronomia, Presidente Prudente, SP.

⁵ Pesquisadores da Fundação MT -TMG, Cambé, PR.

* Autor para correspondência. E-mail: santiago@uel.br

Introdução

O aumento da produtividade na cultura de soja é resultado do incremento no nível de tecnologia utilizado (EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999c), sem, causar acréscimo nos custos de produção. Gastos com sementes e fertilizantes são fatores que mais agregam custos, representando entre 14 a 15% e 40 a 45%, respectivamente (EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999c; DUPONT, 2003).

A cultura da soja apresenta grande faixa de adaptação a variações de população de plantas por área (MARCOS FILHO, 1986), portanto, a densidade pode ser reduzida sem que ocorra alteração significativa na produtividade, com o uso de cultivares geneticamente melhorados, aliado à população adequada de plantas no sistema de produção (MOORE, 1991). Esta combinação constitui fator importante na redução dos custos de produção, pois possibilita a diminuição da quantidade de sementes por área, favorecendo a margem de rentabilidade da cultura.

Para se alcançar alta produtividade, é necessário haver interação equilibrada entre a planta, o manejo e o ambiente de produção. Altos rendimentos são obtidos somente quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento, sendo necessário conhecer as práticas culturais adequadas para que se obtenha uma alta produtividade e aplicá-las de modo a maximizar a taxa de acúmulo de matéria seca no grão (MARTINS, 1999). Assim, a mudança na população de plantas por hectare pode influenciar no rendimento de grãos da cultura (COSTA VAL et al., 1971; TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002) como forma de alterar a expressão do potencial genético e produtivo.

Ganhos com a produtividade geralmente são crescentes e proporcionais ao aumento da população, até o ponto em que a competição por fatores como luz, nutrientes e umidade do solo possa influenciar negativamente o processo de produção (COSTA VAL

et al., 1971). O porte, arquitetura de planta e o hábito de crescimento associado com espaçamento entre fileiras e a densidade de plantio podem provocar modificações de maior ou menor intensidade (HICKS et al., 1969), possibilitando uma população adequada ao alto rendimento e à colheita, bem como menor acamamento de plantas (GAUDÊNCIO et al., 1990). Board e Harville (1994) mostraram que a redução da distância entre as linhas aumenta o número de legumes por m², pela maior interceptação de luz entre os estágios de florescimento e formação de vagens.

Weber, Silbes e Bit (1966) em Iowa conduziram, durante dois anos, ensaios com cultivares de soja e obtiveram maiores produções no espaçamento de 25 cm entre fileiras e com a população correspondente a 256 mil plantas.ha⁻¹. Atualmente o uso de densidades menores, em torno de 10 a 15 plantas.m⁻¹ (CARPENTER; BOARD, 1997), e espaçamentos entre linhas variando entre 40 e 60cm (EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997a), vêm sendo utilizados com sucesso, pois proporcionam reduções nos gastos com sementes sem reduzir significativamente a produtividade. Segundo Carpenter e Board (1997), as plantas de soja compensam a redução na densidade, com o aumento da produção individual de legumes, o que possibilita variação da população.

A acidez no solo é um dos fatores limitantes na produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil que, possui grandes áreas de solos ácidos, com deficiência generalizada de bases trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺), e níveis tóxicos de Al³⁺, com baixa capacidade de troca de cátions e baixos teores de matéria orgânica (FAGERIA; STONE, 1999; SILVEIRA et al., 2000).

O uso de materiais corretivos com teores variáveis de cálcio e magnésio pode produzir um desequilíbrio entre os cátions no solo, prejudicando o processo de nutrição e crescimento das plantas, sendo que concentrações elevadas de magnésio são mais prejudiciais do que altas concentrações de cálcio, pois o magnésio inibe o crescimento das raízes causando

engrossamento e menor ramificação (SILVA, 1980). Assim sendo, a relação entre cálcio e magnésio é importante no desenvolvimento da cultura. O equilíbrio entre as concentrações de cálcio e magnésio mostra-se mais importante para nutrição, crescimento e desenvolvimento das plantas, do que concentrações isoladas desses elementos. Isso, provavelmente, ocorre pelo fato de que o cálcio e o magnésio, além de interferirem na absorção de grande parte dos outros nutrientes, interagem nos processos de absorção e nutrição pelas plantas (MOSTAFÁ; ULRICH, 1976). Por outro lado, quando a disponibilidade de cálcio e magnésio é aumentada em relação à de potássio, devido à calagem, a absorção deste último pelas plantas é reduzida devido à competição entre os três cátions (MASCARENHAS, 1981), decorrentes do princípio de troca iônica (RAIJ VAN, 1982). Basicamente, quanto maiores os teores em cálcio e magnésio no solo, menor seria a disponibilidade de potássio.

O propósito deste trabalho foi avaliar a resposta da soja em relação à densidade populacional e porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo

sortivo do solo em função da aplicação de potássio no momento da calagem (CALPOT) e índices de resposta relacionados com a maximização da produtividade e minimização do custo de produção.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na estação experimental da Fundação Mato Grosso – Tropical Melhoramento Genético, localizada no município de Cambé-PR (23°16'45" S, 51°16'45" W e 650 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa. Na Figura 1 é apresentada a variação da precipitação e da evapotranspiração potencial durante o ciclo de desenvolvimento da cultura a campo. O solo da região foi classificado como Latossolo Distroférrico (EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999b), cujas características químicas do perfil até 40 cm de profundidade foram referenciadas por Pavan et al. (1992), e cujos resultados encontram-se no Tabela 1.

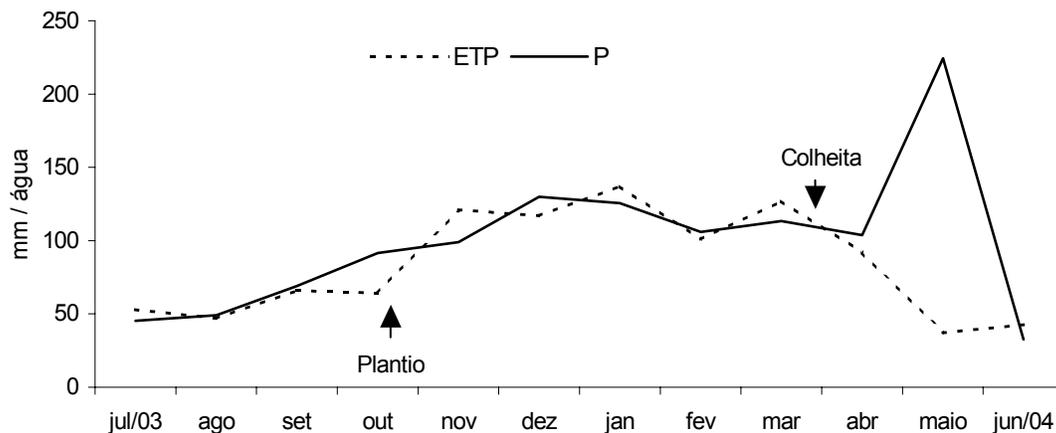


Figura 1. Curso anual da precipitação pluviométrica e da evapotranspiração Potencial. Londrina, PR (23°22'45" S, 51°10'45" W e 585 m).

Tabela 1. Avaliação química estratificada do solo ao final do experimento

Prof (cm)	pH CaCl ₂	C. org. g/dm ³	CTC pH _{7,0}	P-mehl.-I mg/dm ³	cmolc/dm ³					S. base V%
					H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
0 - 10	6,00	14,03	12,0	6,90	2,95	0,00	6,22	1,68	0,44	70,19
10 - 20	5,40	9,20	8,1	1,43	3,42	0,00	3,40	0,93	0,20	54,63
20 - 40	5,20	5,26	6,7	1,17	3,42	0,10	2,25	0,96	0,10	49,19

A calagem foi realizada 60 dias antes da semeadura, aplicando-se 0,9 ton.ha⁻¹ de calcário calcítico sobre o solo, antes da aração, + 1,3 ton.ha⁻¹ de calcário dolomítico, após a aração, e antes da gradagem niveladora (0-20cm). Foram aplicados também 150 kg.ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (CALPOT). O fósforo foi aplicado no fundo do sulco, no momento da semeadura. Dessa forma, os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas sub-sub-divididas, com quatro repetições. Assim, nas parcelas de 75m² (15mx5m) se utilizou o potássio no momento da calagem (CALPOT) nas doses de 0 e 2,35 ton.ha⁻¹, determinadas para elevar a saturação de Ca%, Mg% e K%, respectivamente em 60%, 15% e 5%, utilizando-se da mistura de cloreto de potássio (60% K₂O), com calcários calcítico (42,7% CaO, 4,7% MgO e 87% PRNT) e dolomítico (28,5% CaO; 18,4% MgO e 69,3% PRNT), conforme, Dias e Fioretto (2002). Nas subparcelas (5x3m²) utilizou-se 40 e 60 kg de P₂O₅.ha⁻¹, utilizando como fonte o superfosfato simples – SSP e superfosfato triplo - STP e nas sub-sub-parcelas duas populações de soja – ciclo intermediário-BRS 133 (9 plantas.m⁻¹ e 18 plantas.m⁻¹) espaçadas entre-linhas de 0,45m.

No momento da semeadura, as sementes foram inoculadas com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. Utilizou-se uma densidade de semeadura

30% superior a recomendada e, após 40 dias da emergência procedeu-se ao desbaste, deixando 9 plantas.m⁻¹ (200.000 plantas.ha⁻¹) e 18 plantas.m⁻¹ (400.000 plantas.ha⁻¹).

O manejo fitossanitário das plantas daninhas, pragas e doenças seguiram as recomendações da Empresa Brasileira e Pesquisa Agropecuária (2004d).

Para avaliação dos efeitos dos tratamentos, foram colhidas as duas linhas centrais (4 m de comprimento) de cada parcela, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. Por ocasião da colheita, os grãos se encontravam com 12% de umidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os parâmetros fitotécnicos avaliados em função dos tratamentos testados estão contidos no Tabela 2. Não se observou interação significativa considerando os fatores: doses de CALPOT, doses e fontes de P e densidade de plantas. Contudo, as alterações determinadas pela aplicação de CALPOT alteraram significativamente a produtividade da cultura de soja.

Tabela 2. Valores médios para as variáveis analisadas aos 150 dias após a emergência da soja (BRS 133), em função dos tratamentos testados

Fatores	Tratamentos	Altura da planta (cm)	Inserção 1ª vagem (cm)	Vagens planta ⁻¹ (n°)	Diâmetro do caule (mm)	Matéria seca planta ⁻¹ (g)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
Equilíbrio de bases	C/ CALPOT	61,26 a	12,07 a	61,59 a	7,72 a	36,33 a	4273,80 a
	S/ CALPOT	59,10 a	13,07 a	57,30 a	7,27 b	34,36 a	3907,20 b
	C.V%	13,13	17,00	31,02	5,09	22,54	4,65
	Test.	58,43 a	12,26 a	55,38 a	7,46 a	38,83 a	3894,00 b
Adubação fosfatada P ₂ O ₅ . kg.ha ⁻¹	40- STP	61,25 a	12,06 a	61,44 a	7,63 a	35,89 a	4213,80 a
	60 - STP	55,85 a	12,28 a	60,09 a	7,65 a	35,89 a	4381,80 a
	40 - SSP	61,65 a	12,44 a	56,65 a	7,89 a	33,37 a	4219,80 a
	60 - SSP	63,71 a	13,82 a	63,66 a	7,42 a	32,97 a	3742,80 b
	C.V%	14,59	25,23	27,88	13,79	31,22	11,20
Densidade plantas.m ⁻¹	9	60,15 a	11,71 b	65,57 a	7,93 a	36,74 a	4215,00 a
	18	60,21 a	13,44 a	53,32 b	7,07 b	33,96 b	3966,00 b
	C.V%	8,94	19,37	17,43	15,97	15,77	7,88

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

O crescimento da planta, medido pela altura, foi o único parâmetro que não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey, em função da variação da população de plantas, já, as demais avaliações revelaram resultados significativamente melhores, quando se reduziu a população de 400.000 plantas.ha⁻¹ (18 plantas.m⁻¹) para 200.000 plantas.ha⁻¹ (9 plantas.m⁻¹). Era de se esperar que na maior densidade populacional se obteria um maior crescimento em altura, devido ao sombreamento e conseqüentemente estiolamento, provocado pela maior intensidade de luz. A auxina é conjugada e foto-oxidada na presença da luz (WAREING; PHILLIPS, 1981), portanto, a taxa de crescimento longitudinal é diminuída na presença de luz. No entanto, no presente trabalho, não foi verificado tal comportamento na altura das plantas, provavelmente devido ao hábito de crescimento determinado desta variedade.

Para o diâmetro do caule e inserção da primeira vagem, verificou-se maior diâmetro da planta em detrimento da altura, daí o maior diâmetro do caule, ocorrido em plantas submetidas à menor densidade; ao mesmo tempo, devido ao menor crescimento longitudinal ocorreu diminuição na altura de inserção da primeira vagem, uma vez que, em menores populações as relações auxina/giberelina são menores.

Foi observado um aumento significativo nos valores de matéria seca.planta⁻¹ em função da menor densidade populacional (200.000 mil plantas.ha⁻¹), o qual pode estar relacionado com o aumento na taxa fotossintética, proporcionado pela maior intensidade na interceptação de luz pelo dossel, em razão do espaço disponível entre plantas (WELLS, 1991; BOARD; HARVILLE, 1994; VENTIMIGLIA et al., 1999). O arranjo espacial de plantas propicia mudanças em sua estrutura, promovendo aumentos

no desenvolvimento, marcados pelas divisões celulares dos órgãos vegetativos e reprodutivos na mesma intensidade (TAIZ; ZEIGER, 2002), favorecendo aumento no número de vagens e, melhorando o enchimento dos órgãos, principalmente nos estádios vegetativos finais e reprodutivos iniciais, em função do melhor desenvolvimento de gemas reprodutivas e do armazenamento de fotoassimilados (EGLI, 1988). Esse fato pode ser confirmado quando se calcula o acúmulo de matéria seca em gramas por planta, verificando-se, aproximadamente, o dobro de acúmulo na densidade populacional de 200.000 mil plantas.ha⁻¹, tanto para o tratamento que recebeu a correção em bases, como aqueles onde não foi aplicado (Tabela 2). Vale ressaltar que a utilização do CALPOT resultou em aumento significativo (em torno de 8%) no acúmulo de matéria seca para massa

de grãos por planta. Dessa forma, considerando que o valor gasto com sementes representa aproximadamente 14% do custo de produção, e se a população de 400.000 mil plantas.ha⁻¹ for reduzida para 200.000 mil plantas.ha⁻¹, poder-se-á obter ganhos em torno de 7% por área.

O uso do CALPOT, proporcionou alterações químicas no solo (Tabela 3), especificamente no que se refere à acidez trocável (Al³⁺) e a saturação do complexo sortivo em potássio (K⁺), cuja técnica proposta por Dias e Fioretto (2002), alcançou os objetivos desejados na distribuição desse íon no perfil, reequilibrando a percentagem de saturação em relação ao magnésio (Mg²⁺) (MCLEAN, 1984; ALBRECHT, 1996).

Tabela 3. Saturação por base do complexo sortivo do solo, 210 dias após a aplicação do CALPOT.

Profundidade (cm)	Sem CALPOT			Com CALPOT			CV (%)
	0-10	10-20	20-40	0-10	10-20	20-40	
pH (CaCl ₂)	5,47 ab	5,16 b	5,02 b	6,10 a	5,42 ab	5,13 b	6,65
M.O. (g/dm ³)	15,08 b	9,99 cd	6,98 d	19,61 a	11,69 c	7,73 d	11,87
P-Mehl.-I (mg/dm ³)	4,47 b	1,38 c	0,56 c	6,80 a	1,29 c	0,99 c	31,12
CTC (pH 7,0)	8,96 a	7,27 b	6,70 b	10,01 a	7,40 b	7,07 b	6,38
Ca %	49,55 b	37,78 ab	38,45 b	57,31 a	35,65 b	38,36 b	16,65
Mg %	14,18 a	10,45 b	9,45 b	13,40 a	10,19 b	10,49 b	8,01
K %	2,25 b	0,62 c	0,38 c	5,57 a	3,02 b	1,99 b	25,90
H %	33,50 b	49,62 a	51,79 a	23,72 b	50,66 a	48,14 a	11,43
Al %	0,79 a	3,23 a	4,02 a	0,00 a	1,00 a	2,20 a	114,47
Saturação (V%)	65,97 a	48,84 b	46,35 b	76,28 a	48,86 b	50,83 b	6,38

Médias seguidas por letras minúsculas distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

Apesar da aplicação do CALPOT objetivar o aumento da percentagem de saturação de cálcio e magnésio na CTC pH_{7,0}, esta foi pouco representativa em relação à área sem calcário, provavelmente em razão do tempo decorrido entre a aplicação e a amostragem final, de aproximadamente 210 dias, o

qual não foi suficiente para a dissolução completa do produto. Mesmo assim foi suficiente para promover alterações na reação do solo, com aumento do pH e, conseqüentemente, maior solubilização de fósforo, o que sem dúvida, contribuiu para manifestação das diferenças significativas, entre os parâmetros avaliados.

As variações no crescimento em altura das plantas de soja, medido a partir do colo da planta até a inserção da última folha e a taxa de acúmulo em matéria seca da planta inteira, em função da idade estão apresentadas na Figura 2. Em ambos os casos, o ajuste entre os estádios de desenvolvimento e a variável dependente foi de forma quadrática, condizente com a disponibilidade de energia do meio (Figura 1), portanto não houve diferença significativa

entre o manejo químico do solo. Este fato sugere a disponibilização desse mecanismo (Figura 2) para monitoramento das lavouras em condições similares, considerando o referido intervalo de confiança, como padrão de referência, assim, pequenos desvios, fora desse intervalo, denotariam desajuste entre os fatores de produção medidos por uma avaliação simples e direta no campo, por um desses parâmetros.

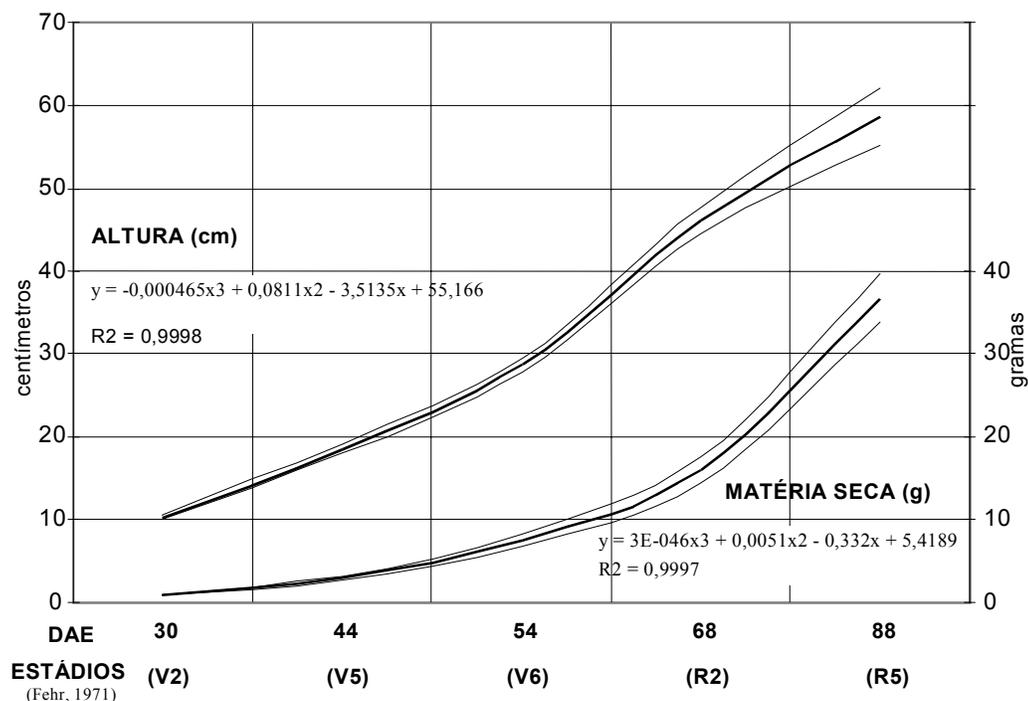


Figura 2. Monitoramento médio da planta de soja, caracterizando matéria seca e altura

Conclusão

A redução da população para 200.000 plantas.ha⁻¹, aliada ao equilíbrio (em Ca, Mg, K) de saturação do complexo de troca, proporcionou, além de altos rendimentos, ganhos na margem de rentabilidade da cultura da soja, dada a redução de 7% no consumo de sementes.

A avaliação do padrão manual da cultura em termos edafo-climáticos pode ser avaliado pelo crescimento e desenvolvimento da planta, por meio da altura.

Referências

- ALBRECHT, W. A. *Foundation concepts*. Metairie: Acres U.S.A., 1996. v.1
- BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. A. Criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.86, n.6, p.1103-1106, 1994.
- CARPENTER, A. C.; BOARD, J. E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant population. *Crop Science*, Madison, v.37, n.5, p.1520-1526, 1997.
- COSTA VAL, W. M.; BRANDÃO, S. S.; GALVÃO, J. D.; GOMES, F. R. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agrônômicas da soja. *Experimentae*, Viçosa, v.12, n.12, p.431-475, 1971.

- DIAS, A. M.; FIORETTO, R. A. *Utilização do efluente da industrialização de trifuralina como fonte de potássio no solo*, Londrina: UEL, 2002. (Informe Técnico, n.2).
- DUPONT. *Agriannual*. Disponível em: <<http://www.dowagrosiences.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2003.
- EGLI, D. B. Plant density and soybean yield. *Crop Science*, Madison, v.28, p.977-981, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/index.htm>>. Acesso em: 4 set. de 2004d.
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações técnicas para cultura da soja no Paraná 1999/2000*. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1999c. (Documentos, 131).
- EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de soja (Londrina, PR) *Recomendações técnicas para cultura da soja na região central do Brasil: 1997/1998*. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 1997a. (Documentos, 106).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de classificação de solo*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1999b.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzeas de Brasil. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA-CNPAF, 1999. (Documentos, 92).
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development description for soybean (*glycine max* (L) Merrill). *Crop Science*, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.
- GAUDÊNCIO, C. A. A.; GAZZIERO, D. L. P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO, C. *População de plantas de soja no sistema de semeadura direta para o Centro-Sul do Estado do Paraná*. Londrina: EMBRAPA: CNPSo, 1990. (Comunicado Técnico, 47).
- HICKS, D. R.; PENDLETO, J. W.; BERNARD, R. L.; JOHNSTON, T. J. Response of soybean plant types to plant types to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v.61, n.2, p.290-293, 1969.
- MARCOS FILHO, J. *Produção de sementes de soja*. Campinas: Fundação Cargill, 1986.
- MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L.F.S. LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Época de semeadura, densidade de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.851-858, 1999.
- MASCARENHAS, H. A.; VALADARES, J. M. A.; ROTTA, C. L. BULISANI, E. A. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado. *Bragantia*, Campinas, v.40, p.125-134, 1981.
- MCLEAN, E. O. *Interpretação de análise de solo: Diferentes conceitos na interpretação da análise de solo, nível de suficiência de nutrientes disponíveis versus proporção de cátions na saturação de base*. Campinas, Fundação Cargill, 1984.
- MOORE, S. H. Uniformity of planting effect on soybean population parameters. *Crop Science*, Madison, v.31, n.4, p.1049-1051, 1991.
- MOSTAFÁ, M. A. E. ; ULRICH, A. Interaction of calcium in nutrition of sugar beets. *Soil Science*, Baltimore, v.121, p.16-20, 1976.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. D. M.; ZEMOULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. *Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade*. Londrina: IAPAR, 1992. (IAPAR, Circular, 76).
- RAIJ VAN, B. Disponibilidade de potássio em solos do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina. *Anais...* Londrina: POTASSA, 1982, p.67-76.
- SILVA, J. E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solos sob cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n.3, p.329-333, 1980.
- SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C.; CUNHA, A. A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.35, n.10, p.2057-2064, 2000.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artimed, 2002.
- TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.
- VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília v.34, n.2, p.195-199, fev. 1999.
- WEBER, C. R.; SILBES, R. M.; BIT D. E. Effects of population and row spacing on soybean development and production. *Agronomy Journal*, Madison, v.58, p.99-102, 1966.
- WELLS, R. Soybean growth response to plant density: Relationships among canopy photosynthesis, leaf area, and light interception. *Crop Science*, Madison, v.31, n.3, p.755-761, 1991.