

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO-DE-GUINÉ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

MARIANA ZAMPAR TOLEDO¹, CLÁUDIO CAVARIANI², JOÃO NAKAGAWA³, ELZA ALVES⁴, GUSTAVO PAVAN MATEUS⁵ e CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL²

¹ Pós-graduanda em Agricultura, Depto. de Produção Vegetal/Agricultura, FCA/UNESP. Caixa Postal 237, CEP 18603-970, Botucatu-SP, email: mztoledo@fca.unesp.br

² Prof.- Dr., Depto. de Produção Vegetal/Agricultura, FCA/UNESP

³ Prof.- Dr., Aposentado, Voluntário, Depto. de Produção Vegetal/Agricultura, FCA/UNESP

⁴ Prof.- Dr., Área de Produção Vegetal, Unidade Diferenciada de Registro, UNESP. Rua Tamekishi Takano, 5, CEP 11900-000, Registro- SP.

⁵ Eng.- Agr. Dr., Depto. de Descentralização do Desenvolvimento, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional de Desenvolvimento do Extremo Oeste, Caixa Postal 67, CEP 16900-000, Andradina-SP.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.2, p.234-246, 2007

RESUMO - O sorgo-de-guiné gigante destaca-se como uma espécie promissora nos sistemas de rotação de culturas, nas regiões de inverno seco. Dentre os fatores que interferem na produção de suas sementes, a ação do ambiente solo, em função do seu manejo, associada à nutrição adequada da planta, principalmente de nitrogênio, pode levar à obtenção de sementes de melhor qualidade. O presente trabalho objetivou verificar os efeitos de doses de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos de nitrogênio, aplicados em cobertura, na forma de uréia, nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, e quatro repetições. As sementes de sorgo-de-guiné gigante foram avaliadas mediante testes de teor de proteína, germinação e vigor. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, análise de regressão e teste de correlação. Pelos resultados, pode-se concluir que a qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné gigante é afetada pela aplicação de nitrogênio em cobertura e que a dose de 100 kg ha⁻¹ foi a que resultou em sementes de melhor qualidade.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, nitrogênio, germinação, vigor

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SORGHUM SEEDS AS AFFECTED BY SIDE-DRESSED NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT - Sorghum has been used as promising specie in dry winter regions at crop rotation systems. Among the factors that interfere on its seed production, the action of the soil environment, due to its management, associated to plant nutrition mainly by nitrogen, can produce seeds of high quality. The present research had the objective to evaluate the effects of side-dressed nitrogen doses on physiological quality of sorghum seeds. The experimental design was the completely randomized block, with five treatments of side-dressed nitrogen, applied at the doses 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹, in the urea form, with four replications. The sorghum seeds were evaluated by protein, germination and vigor tests. The results were submitted to analysis of variance, regression and

correlation test. By the results it can be concluded that the physiological quality of sorghum seeds is affected by side-dressed nitrogen application and that the dose of 100 kg ha⁻¹ resulted in higher seed quality.

Key words: *Sorghum bicolor*, nitrogen, germination, vigor.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), originário do centro da África e parte da Ásia, constitui atualmente uma alternativa para a alimentação humana e animal, por apresentar grãos ricos em carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais, além de produzir plantas com elevado volume de biomassa verde. Essa planta é importante, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água, por ter tolerância à seca e a altas temperaturas (Carvalho et al., 2000).

Na seleção de novas espécies para compor sistemas de produção agrícola em regiões de inverno seco, o sorgo-de-guiné de pericarpo vermelho (*Sorghum bicolor* subespécie *bicolor* raça *guinea*), denominado sorgo-de-guiné gigante, destaca-se como espécie promissora em sistemas de rotação de culturas (Mateus, 2003).

Dentre os fatores limitantes para a produção do sorgo-de-guiné, pode-se destacar a dificuldade de se obter sementes com elevada qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, capazes de proporcionar o estabelecimento adequado da cultura com populações de plantas uniformes e vigorosas (Carvalho et al., 2000).

Embora o sorgo possa tolerar variação no nível de fertilidade e no balanço de nutrientes do solo, esses fatores, em alguns casos, podem afetar a eficiência das plantas (Oliveira et al., 2005). Segundo Ross (1959), o N é o nutriente que mais limita a produção do sorgo, por ser o elemento quantitativamente mais absorvido pela planta e condicionador da maior parte dos efeitos verificados na produção de grãos e sementes (Harris, 1971). Resultados positivos sobre o fornecimen-

to de N têm sido relatados para quase todas as gramíneas tropicais. Esse elemento exerce influência na produção de sementes, principalmente de gramíneas forrageiras; entretanto, a dificuldade está em estimar o nível ótimo e a época de sua aplicação (Humphreys & Riveros, 1986). As doses normalmente utilizadas na cultura do sorgo variam entre 50 e 200 kg ha⁻¹ de N, podendo, em alguns casos, as aplicações serem superiores à maior dose (Sader et al., 1976).

A recomendação de fertilizantes para a implantação de culturas destinadas à produção de sementes é geralmente semelhante àquela utilizada para a produção de grãos (Maeda et al., 1986). Essas recomendações enfocam o efeito da adubação sobre a produtividade, porém não correlacionam com a qualidade das sementes.

Sabe-se que, além do efeito na produtividade, a adubação nitrogenada pode afetar o teor de proteína das sementes (Rattunde & Frey, 1986). Em sorgo, esse efeito foi observado por Miller et al. (1964), Azeredo et al. (1975) e Chiellet et al. (2000), sendo que, para o trigo, tem sido observada relação positiva com o vigor das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000), da mesma forma que Nakagawa et al. (1994, 1995), que verificaram a influência do nitrogênio na produção e na qualidade das sementes de aveia preta.

A aplicação de doses crescentes de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) em sorgo aumentou a massa de mil sementes, o teor de proteína, a germinação e o vigor de sementes; entretanto, após o armazenamento por oito meses, houve uma redução na qualidade das sementes provenientes do

maior nível de nitrogênio (Nimje & Gandhi, 1993). Em cereais, as respostas variáveis observadas para a adubação nitrogenada podem estar relacionadas com o nível de proteína acumulado nas sementes (Delouche, 1980), o qual, porém, nem sempre é determinado nos trabalhos da pesquisa sobre o assunto, o que dificulta a interpretação dos resultados.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou verificar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, aplicadas em cobertura, sobre a qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné.

Material e Métodos

A pesquisa consistiu de um ensaio conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Lageado (FEL), localizada no município de Botucatu, SP. O solo da área experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada distrófica, textura argilosa (Sistema, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos de nitrogênio aplicados em cobertura, nas doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹, e quatro repetições. As parcelas no campo constaram de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si 0,60m. Na colheita, foram desprezadas, como bordaduras, as linhas externas e 0,5m das extremidades das linhas centrais, perfazendo uma área útil de 9,6m².

A calagem e a adubação de sementeira com NPK foram realizadas considerando as in-

dicações de Cantarella *et al.* (1996) e os resultados da análise prévia do solo (Tabela 1), correspondendo a 2,9 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, 20 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O.

A sementeira foi realizada manualmente, em fevereiro de 2003, de modo a obter uma população correspondente a 150.000 plantas por hectare (Mateus *et al.*, 2002a, 2002b).

As doses de nitrogênio em cobertura, correspondentes aos tratamentos, foram aplicadas manualmente, na forma de uréia, 70% e 30% aos 30 e 45 dias após a emergência das plântulas, respectivamente, em período anterior ao florescimento (Paul, 1990).

As sementes de sorgo-de-guiné gigante colhidas manualmente em cada parcela foram acondicionadas em sacos de papel unifoliado e mantidas em condições de ambiente, no Laboratório de Análise de Sementes, Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, FCA/UNESP, durante o período experimental. Foram feitas as seguintes avaliações:

a) teor de água: foi determinado com duas repetições de sementes, pelo método da estufa a 105±3°C, durante 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992);

b) teor de proteína: foi estimado a partir do conteúdo de nitrogênio total da semente, determinado pelo método de micro-Kjeldhal, utilizando o fator 6,25 para converter o valor de nitrogênio em proteína (Horwitz, 1980), em quatro repetições;

TABELA 1. Resultados da análise química prévia do solo do local do experimento. Botucatu-SP, 2003.

pH	M.O.	P	H ⁺ Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V
CaCl ₂	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
4,50	29,7	21,2	47,7	1,9	10,6	7,0	19,5	67,1	29

c) massa de mil sementes: foi obtida mediante a determinação das massas de 8 repetições de 100 sementes e calculada conforme as instruções constantes nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992);

d) teste de germinação: foi determinado a partir de quatro repetições de 50 sementes por tratamento, acondicionadas em rolos de papel toalha, umedecidos com água destilada, equivalente a duas vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados em germinador regulado à temperatura alternada de 20-30°C e mantidos por dez dias. Duas contagens, uma aos quatro e outra aos dez dias após a instalação do teste, computando-se as porcentagens de plântulas normais, foram realizadas (Brasil, 1992).

e) primeira contagem do teste de germinação, expressa em porcentagem, considerada como teste de vigor, foi conduzida juntamente com o teste de germinação, avaliando-se as plântulas normais obtidas no quarto dia após a instalação do teste.

f) condutividade elétrica, expressa em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, foi realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, que, após determinação de suas massas, foram colocadas em copos de plástico, aos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos foram mantidos em germinador regulado a 25°C por 24 horas, para posterior procedimento da leitura em condutímetro (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

g) envelhecimento acelerado: foi executado com quatro repetições de 50 sementes, baseando-se na metodologia descrita por Marcos Filho (1999), que consiste na utilização de caixas de plástico transparentes com tampa (gerbox) como compartimento individual (mini-câmaras) possuindo, no seu interior, uma bandeja de tela de aço inox, sobre a qual foram distribuídas as

sementes. As minicâmaras, após a adição de 40mL de água destilada em seu interior, foram mantidas a 43°C, por um período de 72 horas, sendo que, após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, com avaliação no quarto dia após a instalação;

h) comprimento de plântulas: foi determinado conforme metodologia descrita por Nakagawa (1994), que consiste na semeadura de quatro repetições de 25 sementes cada, sobre linha traçada longitudinalmente no terço superior de papel-substrato previamente umedecido. Os substratos, na forma de rolos e no interior de sacos de plástico, foram mantidos verticalmente em câmaras de germinação reguladas à temperatura de 25°C, na ausência de luz. Avaliação do comprimento das plântulas normais foi realizada no quinto dia após a semeadura e os valores foram expressos em cm;

i) matéria seca de plântulas: foi determinada a partir das plântulas normais do teste de comprimento de plântulas, com remoção dos resquícios do tecido de reserva. Essas plântulas foram acondicionadas em recipientes de alumínio previamente tarados e levados à estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 80°C, durante 24 horas, sendo, em seguida, resfriados em dessecador, para posterior avaliação das massas, com valores expressos em mg (Nakagawa, 1994);

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente, submetendo os dados obtidos à análise de variância (teste F) e teste de correlação de Pearson (r). Equações polinomiais foram ajustadas até o segundo grau, escolhendo-se a significativa de maior coeficiente de determinação (R^2).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância das regressões (teste F) dos dados obtidos com se-

mentos de sorgo-de-guiné, em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura, são apresentados na Tabela 2.

Para as análises de massa de mil sementes, germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, comprimento de plântulas e matéria seca de plântulas, a equação quadrática foi a selecionada, enquanto, para as determinações de teor de proteína e envelhecimento acelerado, a equação linear foi a que apresentou melhor ajuste. Os coeficientes de variação apresentaram-se adequados às determinações.

O ajuste dos dados de massa de mil sementes (A) e de teor de proteína nas sementes (B) são apresentados na Figura 1.

A massa de mil sementes foi afetada pelas doses crescentes de nitrogênio em cobertura. Observa-se comportamento parabólico das médias obtidas, seguindo-se, a partir da testemunha, aumento dos valores até o ponto máximo, próximo à dose de 100 kg ha⁻¹, e posterior declínio até a dose máxima avaliada (Figura 1A). A massa de mil sementes de sorgo-de-guiné apresentou correlação linear significativa com

TABELA 2. Valores de F e significância das equações ajustadas à massa de mil sementes (M1000, g), teor de proteína (TPT, %), germinação (G, %), primeira contagem da germinação (vigor) (1^aC, %), condutividade elétrica (CE, μS cm⁻¹ g⁻¹), envelhecimento acelerado (EA, %), comprimento (CPL, cm) e massa seca de plântulas (MSPL, mg) de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio (N) em cobertura. Botucatu-SP, 2003.

Função	Avaliações							
	M1000	TPT	G	1 ^a C	CE	EA	CPL	MSPL
Linear	0,07 ns	12,27*	0,34 ns	0,47 ns	0,05 ns	10,10**	0,17 ns	16,50**
Quadrática	23,67**	1,00 ns	10,16**	14,20**	5,30*	2,26 ns	19,87**	4,55*
C.V. (%)	10,27	6,29	20,68	24,67	18,64	16,65	16,98	9,60

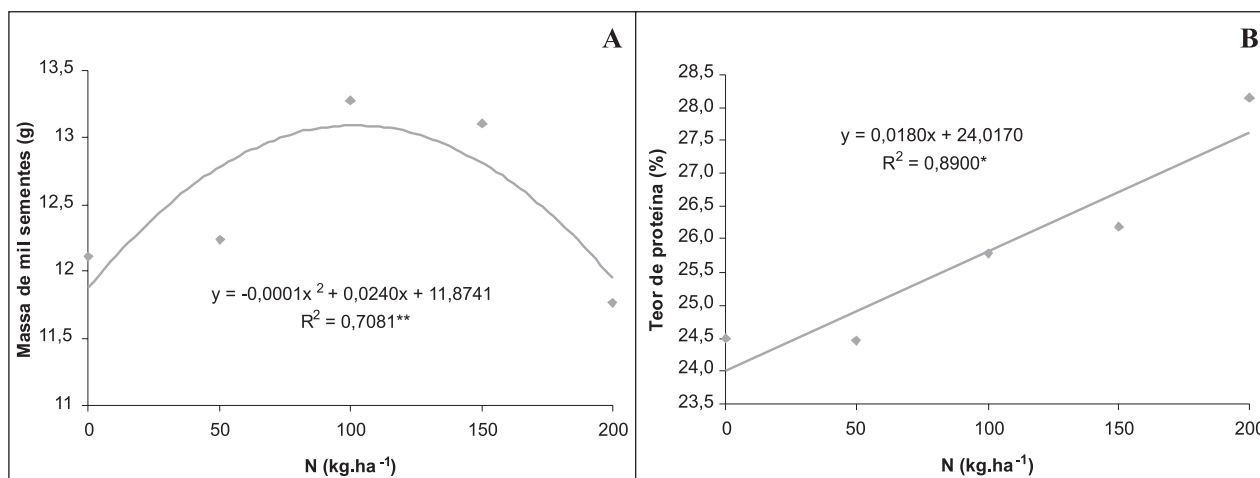


FIGURA 1. Massa de mil sementes (A) e teor de proteína (B) de sementes de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. Botucatu-SP, 2003.

as demais avaliações, exceto com o teor de proteína (Tabela 3).

Em aveia, o número de panículas e o número de sementes por panícula aumentou, enquanto pequenas reduções na massa de sementes foram observadas quando foi aplicado o nitrogênio (Ohm, 1976; Brinkman & Rho, 1984). Resultado similar foi observado no presente experimento quando foram utilizadas doses acima daquela que determinou o ponto de máxima massa de mil sementes. Littler (1967), Herrera et al. (1968) e Poulain & Tourte (1970) relatam que as respostas ao nitrogênio, quando aplicado ao sorgo, são positivas, encontrando-se efeitos até para doses superiores a 200 kg ha⁻¹. Kichel et al. (1984) encontraram acréscimos significativos na massa de mil sementes com aplicações de 0 a 100 kg ha⁻¹ de N, aumentando a produção de grãos de sorgo AG1002. Em sementes de milho, Melgar et al. (1991) e Amaral Filho et al. (2005) verificaram incremento linear na massa dos grãos com a utilização de diferentes doses de nitrogênio.

Também Nakagawa et al. (1995), em aveia preta, concluíram que a adubação nitro-

genada afetou a massa de mil sementes e o vigor das mesmas.

O teor de proteína das sementes de sorgo-de-guiné apresentou crescimento linear com o acréscimo da dose de nitrogênio (Figura 1B). De acordo com a Tabela 3, porém, pode-se observar que não houve correlação do nível de proteína com a germinação e o vigor (Tabela 3). Kichel et al. (1984) observaram que o teor de proteína bruta do sorgo granífero variou linearmente com o acréscimo da adubação nitrogenada. Comportamento semelhante foi observado em milho (Amaral Filho et al., 2005), sorgo forrageiro (Medeiros et al., 1979), sorgo granífero (Chielle et al., 2000) e aveia-branca (Ohm, 1976).

Kelling & Fixen (1992) relataram que, quando as necessidades em nitrogênio para o crescimento e o rendimento da cultura são satisfeitas, o excedente do nitrogênio é, algumas vezes, utilizado pela planta para melhorar a concentração de proteína nos grãos, por esse elemento ser fundamental para o aumento da produção de metionina, cistina, cisteína e de outros aminoácidos (Tisdale & Nelson, 1970).

TABELA 3. Coeficientes de correlação linear simples (r) entre os dados de massa de mil sementes (M1000), teor de proteína (TPT), germinação (G), primeira contagem (1^aC), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CPL) e massa seca de plântulas (MSPL) de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio (N) em cobertura. Botucatu-SP, 2003.

	M1000	TPT	G	1 ^a C	CE	EA	CPL	MSPL
M1000	-	0,044 ^{ns}	0,777**	0,779**	0,850**	0,547*	0,687**	0,721**
TPT	-	-	0,070 ^{ns}	-0,015 ^{ns}	-0,140 ^{ns}	-0,244 ^{ns}	-0,162 ^{ns}	0,366 ^{ns}
G	-	-	-	0,980**	-0,707**	0,515*	0,547*	0,620**
1 ^a C	-	-	-	-	-0,695**	0,539*	0,614**	0,596**
CE	-	-	-	-	-	-0,666**	-0,633**	-0,552*
EA	-	-	-	-	-	-	0,337 ^{ns}	0,100 ^{ns}
CPL	-	-	-	-	-	-	-	0,599**
MSPL	-	-	-	-	-	-	-	-

** , * e ns, significam 1% e 5% de probabilidade e não significativo respectivamente

É esperada, com o acréscimo da adubação nitrogenada, uma elevação significativa no teor de proteína (Campbel & Pickett, 1968; Litter, 1967). Chielle *et al.* (2000) constataram, em seis cultivares de sorgo, que doses crescentes de nitrogênio têm uma associação positiva na composição percentual da maioria dos aminoácidos presentes na proteína do grão.

Na Figura 2, são apresentados os ajustes quadráticos significativos dos dados médios de germinação (A) e de primeira contagem de germinação (vigor) (B). Os valores percentuais para ambas as avaliações, obtidos em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, permitem destacar, próxima ao ponto determinante da máxima porcentagem de sementes germinadas, a dose de 100 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes demonstrando o efeito quadrático para a germinação de sementes de capim-colonião (*Panicum maximum*) foram obtidos por Condé & Garcia (1988). Conduzindo trabalho com trigo e estudando os efeitos do nitrogênio na qualidade das sementes, Fox & Albrecht (1957) observaram que a germinação e o vigor das se-

mentes foram afetados pela aplicação desse nutriente.

Esse nível ótimo de nitrogênio está associado à massa de mil sementes (Tabela 3), como verificado, em sementes de arroz, por Ferraz (1974) e Cícero & Orsi (1977). Chadhokar & Humphreys (1973) verificaram que a aplicação de 400 kg ha⁻¹ de nitrogênio em *Panicum plicatulum* cv. Rodds Bay, além de aumentar a massa de mil sementes, também aumentou a taxa de germinação. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), sementes maiores e de maior densidade são as que possuem, normalmente, embriões bem-formados e com grandes quantidades de reservas – potencialmente as mais vigorosas. A germinação das sementes de sorgo-de-guiné também apresentou correlação positiva com os testes de vigor.

O ajuste dos dados de condutividade elétrica (A) e de envelhecimento acelerado das sementes (B) é apresentado na Figura 3. A condutividade elétrica do exsudato das sementes apresentou comportamento quadrático contrário àquele observado nas demais avaliações. Isso porque

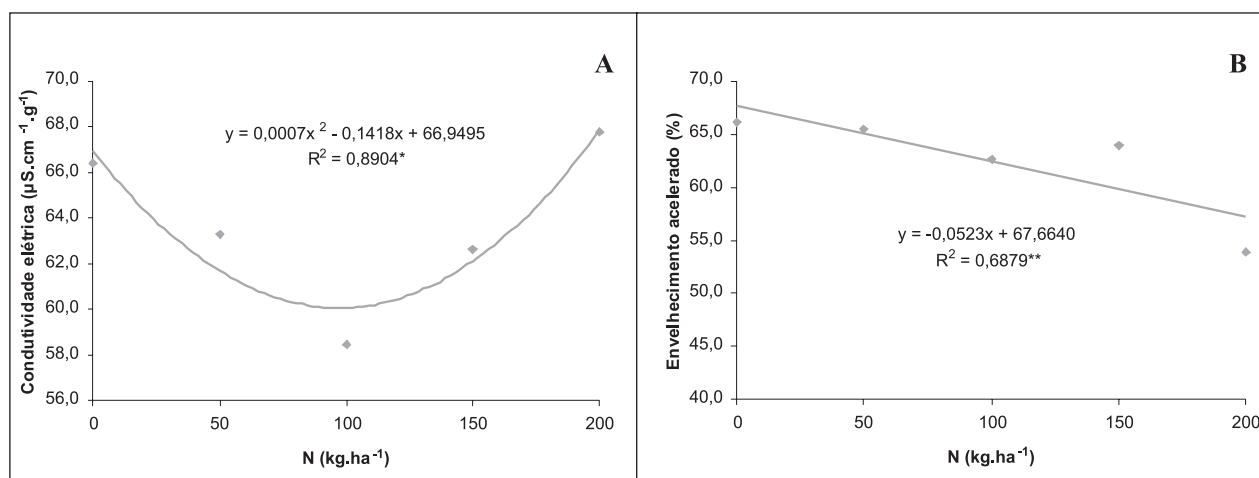


FIGURA 2. Germinação (A) e primeira contagem de germinação (vigor) (B) de sementes de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. Botucatu-SP, 2003.

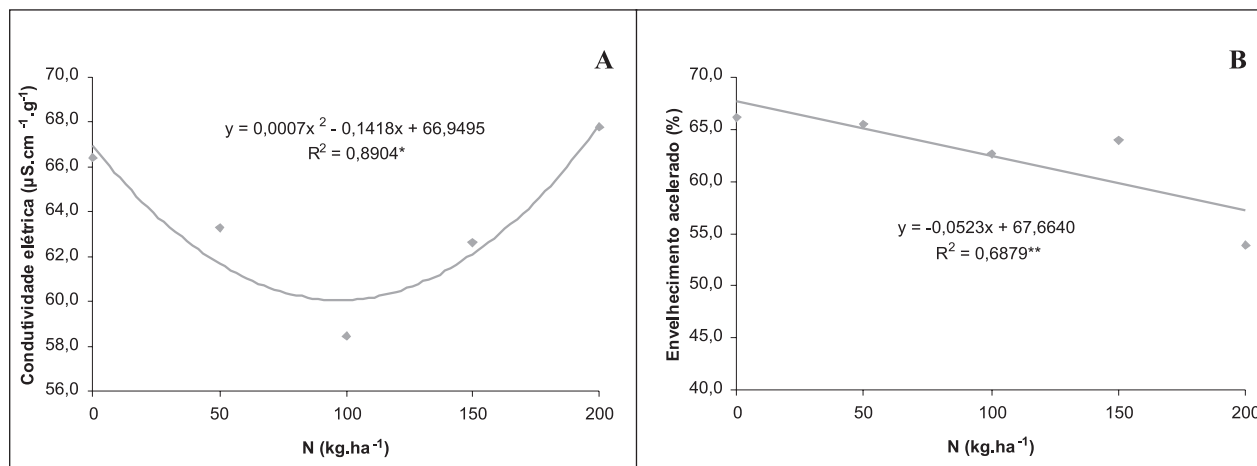


FIGURA 3. Condutividade elétrica (A) e envelhecimento acelerado (B) de sementes de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. Botucatu-SP, 2003.

esse teste baseia-se no princípio de que ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (Hepburn et al., 1984). Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (Vieira, 1994; Vieira & Krzyzanowski, 1999). Conseqüentemente, também pode ser destacada a dose de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio, que resultou em sementes de melhor qualidade, quando avaliadas por esse teste.

A regressão linear ajustada aos dados de envelhecimento acelerado permite afirmar que houve um decréscimo na porcentagem de sementes germinadas após o período estabelecido de envelhecimento, com o acréscimo da dose de nitrogênio.

Os valores percentuais de sementes germinadas apresentaram-se superiores àqueles obtidos na análise de germinação sem condicionamento anterior, fato que pode ser atribuído à dormência das sementes. Segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), as sementes

de *Sorghum bicolor* devem ser submetidas a um tratamento especial para superar a dormência que corresponde à temperatura de 45°C , por dois a quatro dias. A permanência da amostra nestas condições culminou com a germinação das sementes dormentes. A metodologia para o teste de envelhecimento das sementes de sorgo não está devidamente estabelecida, pois a literatura sugere diferentes condições de estresse, quanto à temperatura e ao período de envelhecimento (Miranda et al., 2001).

Na Figura 4, encontra-se o ajuste dos dados de comprimento de plântulas (A) e de matéria seca de plântulas (B) de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura.

As amostras de sementes que apresentam maiores valores de comprimento médio de plântulas normais, ou das partes destas, são consideradas mais vigorosas. As sementes vigorosas originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e de suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e da maior incorpora-

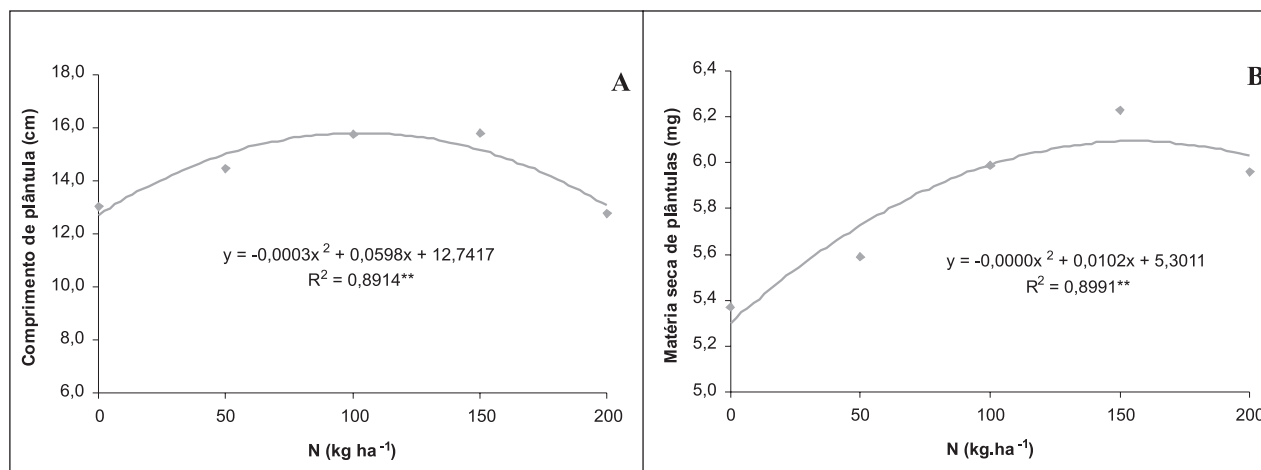


FIGURA 4. Comprimento de plântula (A) e matéria seca de plântulas (B) de sorgo-de-guiné em função de doses crescentes de nitrogênio em cobertura. Botucatu-SP, 20003.

ção destes pelo eixo embrionário (Dan et al., 1987). Deste modo, a dose de 100 kg ha⁻¹, quando comparada com as demais, proporcionou plântulas com maior comprimento, incluindo radícula e parte aérea (Figura 4A).

Sementes de maior tamanho, por possuírem maiores conteúdos de reserva, originam plântulas de maior tamanho ou massa (Carvalho, 1986), o que pode ser claramente observado na comparação com a avaliação da massa de mil sementes de sorgo-de-guiné, que apresentou comportamento quadrático similar ao obtido no teste de comprimento de plântulas, destacando a mesma dose de nitrogênio em cobertura como adequada à obtenção de sementes com maior vigor.

Na avaliação da matéria seca de plântulas, as amostras que apresentam maiores valores de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas. Diferentemente da determinação do comprimento de plântulas e das demais avaliações em que também se observou ajuste quadrático dos dados, a análise da matéria seca de plântulas de sorgo-de-guiné permitiu destacar a dose de 150 kg ha⁻¹ como aquela que pro-

porcionou melhores resultados (Figura 4B). Nesse caso, as sementes produzidas com essa dose proporcionaram maior transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas com maior massa, em função do maior acúmulo de matéria (Nakagawa, 1994). De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que o comprimento e a massa seca das plântulas de sorgo-de-guiné tiveram correlação linear significativa.

De acordo com os resultados obtidos, a qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné gigante foi afetada pela aplicação de nitrogênio em cobertura, possibilitando uma função quadrática ajustada aos dados médios, sendo os valores máximos alcançados com a dose de nitrogênio de 100 kg ha⁻¹. A ausência de adubação nitrogenada em cobertura e as demais doses avaliadas não propiciaram condições para a obtenção da qualidade potencial das sementes. Segundo Raj (1991), a adubação nitrogenada é complexa e deve ser feita com cuidado, pois se, de um lado, a falta de nitrogênio pode limitar seriamente a produção, por outro, o excesso pode re-

duzi-la, reduzindo também, como observado neste trabalho, a qualidade e o vigor das sementes.

Conclusões

A qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné gigante (*Sorghum bicolor* subespécie *bicolor* raça *guinea*) é afetada pela aplicação de nitrogênio em cobertura.

A dose de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, dentre as avaliadas, foi a que resultou em sementes de melhor qualidade fisiológica.

Literatura Citada

AMARAL FILHO, J. P. R. do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 467-473, 2005.

AZEREDO, M. W. C. de; FONTES, L. A. N.; CARDOSO, A. A. Influência de épocas de plantio e de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada sobre a produção de grãos e algumas características do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Experientiae**, Viçosa, v. 29, n. 12, p. 213-237, 1975.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRINKMAN, M. A.; RHO, Y. D. Response of three oat cultivars to N fertilizer. **Crop Science**, Madison, v. 24, n. 5, p. 973-977, 1984.

CAMPBELL, A. R.; PICKETT, R. C. Effects of N fertilization protein quality and quantity and

certain other characteristics of 19 strains of *Sorghum bicolor*. **Crop Science**, Madison, v. 8, n. 5, p. 545-547, 1968.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p. 45-71 (IAC. Boletim técnico, 100).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, L. F. de; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.

CARVALHO, N. M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Coord.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 207-223.

CHADHOKAR, P. A.; HUMPHREYS, L. R. Influence of time and level of urea application on seed production of *Paspalum plicatulum* at Mt. Cotton, south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 13, n. 6, p. 275-283, 1973.

CHIELLE, Z. G.; OSÓRIO, C. A.; GAUER, R. V.; ESEFANEL, V. Composição química do grão de sorgo em relação a doses de nitrogênio aplicados em cobertura ao solo. In: CONGRESSO

- NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados: resumos expandidos.** Sete Lagoas: ABMS/EMBRAPA Milho e Sorgo/ Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- CÍCERO, S. M.; ORSI, E. W. L. Influência do peso da semente de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 34, p. 339-346, 1977.
- CONDÉ, A. dos R.; GARCIA, J. Efeito de níveis e épocas da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade das sementes do capim-colômbio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 10, n. 1, p. 33-42, 1988.
- DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E. P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.
- DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v. 15, p. 775-780, 1980.
- FERRAZ, C. B. **Estudo da influência do tamanho e do peso de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre a germinação e o vigor.** Piracicaba, 1974. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FOX, R. L.; ALBRECHT, W. A. **Soil fertility and the quality of seeds.** Columbia: Missouri Agricultural Experiment Station, 1957. 23 p. (Research Bulletin, 699)
- HARRIS, H. B. **Grain sorghum production in Georgia.** Georgia: Coll. Agr. Exp. Sta., 1971. 34 p. (Research Report, 98).
- HEPBURN, H. A.; POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 12, n. 3, p. 403-13, 1984.
- HERRERA, G.; RAMIREZ, A.; LOTERO, J. Rates of N and frequency of application for Sorghum vulgare. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 24, p. 657-680, 1968.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 13 ed. Washington: AOAC, 1980. 1018 p.
- HUMPHREYS, L. R.; RIVEROS, F. **Tropical pasture seed production.** 3th ed. Rome: FAO, 1986. 203 p. (FAO plant production and protection paper, 8).
- KELLING, K. A.; FIXEN, P. E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H. G.; SORRELLS, M. E. (Ed.). **Oat science and technology.** Madison: ASA/CSSA, 1992. p. 165-190. (Agronomy, 33).
- KICHEL, A. N.; CORDEIRO, D. S.; PORTO, V. H. F.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito de doses de nitrogênio nos componentes de rendimento de três híbridos de sorgo granífero. **Agronomia**

- Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 145-155, 1984.
- LITTLER, J. W. Nitrogen raízes grain sorghum yield and protein. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 93, n. 4, p. 193-196, 1967.
- MAEDA, J. A.; LAGO, A. A.; TELLA, R. de. Efeito de calagem e adubação com NPK na qualidade de sementes de amendoim. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 9, p. 941-944, 1986.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.
- MATEUS, G. P. **Utilização agropecuária do sorgo de guiné e efeitos na cultura da soja e atributos químicos do solo**. Botucatu, 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- MATEUS, G. P.; FOLTRAN, R.; CRUSCIOL, C. A. C. Efeito da época de semeadura e da adubação nitrogenada na relação carbono/nitrogênio de sorgo-de-guiné (*Sorghum bicolor* raça guinea) em região de inverno seco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: resumos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Epagri, 2002a. p. 258.
- MATEUS, G. P.; FOLTRAN, R.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade e teor de nitrogênio nos grãos de sorgo-de-guiné (*Sorghum bicolor* raça guinea) em função da época de semeadura em região de inverno seco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis. **Meio ambiente e a nova agenda para o agronegócio de milho e sorgo**: resumos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Epagri, 2002b. p. 319.
- MEDEIROS, R. B.; SAIBRO, J. C.; BARRETO, I. L. Efeito do nitrogênio e da população de plantas no rendimento e qualidade do sorgo sordan (*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, p. 75-87, 1979.
- MELGAR, R. J.; SMITH, T. J.; CRAVO, M. S.; SÁNCHEZ, P. A. Doses e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, p. 289-296, 1991.
- MILLER, G. D.; DEYOE, C. W.; SMITH, F. W. Variations in protein levels in Kansas sorghum grain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 56, n. 3, p. 302-304, 1964.
- MIRANDA, D. M. de.; NOVENBRE, A. D. da L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 226-231, 2001.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; AMARAL, W. A. N.; MACHADO, J. R. Produção e qualidade de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 16, n.1, p. 95-101, 1994.

- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 49-85, 1994.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J. R. Efeito da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Científica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 31-43, 1995.
- NIMJE, P. M.; GANDHI, A. P. Effect of stage of harvest on yield and quality of groundnut (*Arachis hypogaea*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 63, n. 3, p. 177-180, 1993.
- OHM, H. W. Response of 21 oat cultivars to nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 5, p. 773-775, 1976.
- OLIVEIRA, R. de P.; FRANÇA, A. F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E. R. de; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 45-53, 2005.
- PAUL, C. L. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo. In: PAUL, C. L. **Agronomía del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, p. 43-68, 1990.
- POULAIN, J. F.; TOURTE, R. Effects of deep preparation of dry soil on yields from millet and sorghum to high N fertilizers have been added. **Soils and Fertilizers**, Harpenden, v. 15, n. 1-3, p. 553-586, 1970.
- RAIJ, B. van. Nitrogênio. In: RAIJ, B. van. (Ed.). **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, p. 163-179, 1991.
- RATTUNDE, H. F.; FREY, K. J. Nitrogen harvest index in oats: its repeatability and association with adaptation. **Crop Science**, Madison, v. 26, p. 606-610, 1986.
- ROSS, W. M. **Culture and use of grain sorghum**. Washington: USDA, 1959. 30 p. (Agricultural Handbook, 385).
- SADER, R.; SOUZA, E. A.; PANZANI, C. R. Efeitos da adubação nitrogenada na produção de grãos e em outras características morfológicas do *Sorghum bicolor* (L.) Moench (sorgo). **Científica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 19-23, 1976.
- SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 412, 1999.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. Barcelona: Montaner y Simon, p. 760, 1970.
- VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 103-132, 1994.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 4, p. 1-26, 1999.