

QUALIDADE FISIOLÓGICA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO TARDIA DE NITROGÊNIO EM COBERTURA¹

Mariana Zampar Toledo², Nara Rosseti Fonseca³, Mônica Lúcia César²,
Rogério Peres Soratto², Cláudio Cavariani², Carlos Alexandre Costa Crusciol²

ABSTRACT

PHYSIOLOGICAL QUALITY AND STORAGE OF BEAN SEEDS AS AFFECTED BY LATE SIDE DRESSING NITROGEN

Seed physiological quality is affected by cropping environment and plant nutritional status, standing out nitrogen supply. The objective of the research was the evaluation of physiological quality and storage of bean seeds, cv. Pérola, as affected by late side dressing nitrogen fertilization, in no-tillage system. The experimental design was the completely randomized block, analyzed as a 2x4 factorial, with four replications. Treatments consisted of two nitrogen doses (0 kg ha⁻¹ and 90 kg ha⁻¹), applied at the V₄ growth stage, combined with four nitrogen doses (0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, and 120 kg ha⁻¹), applied at the beginning of the R₇ growth stage. Physiological quality of seeds was evaluated by germination and vigor tests right after harvest and after four months of storage. It was concluded that additional side dressing fertilization at the V₄ growth stage resulted in seeds with better physiological quality, either right after harvest or after four months of storage. The effect on physiological quality of bean seeds by side dressing N, applied at the beginning of the R₇ growth stage, was not observed after four months of storage.

KEY-WORDS: *Phaseolus vulgaris*; germination; vigor; nitrogen fertilization; nutrition.

RESUMO

A qualidade fisiológica de sementes é influenciada pelo ambiente de produção e estado nutricional das plantas, destacando-se, neste sentido, a adubação nitrogenada. O trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola, antes e após o armazenamento, em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura, em sistema de semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4: dois níveis de nitrogênio (0 kg ha⁻¹ e 90 kg ha⁻¹), no estágio de desenvolvimento V₄, e quatro níveis de nitrogênio (0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹), no início do estágio de desenvolvimento R₇, com 4 repetições. Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes, logo após a colheita e aos quatro meses de armazenamento. A aplicação adicional de N em cobertura no estágio V₄ proporcionou a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica, logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento. O efeito das doses de nitrogênio em cobertura, no início do estágio R₇ das plantas, na qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola, não foi mais observado após quatro meses de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*; germinação; vigor; adubação nitrogenada; nutrição.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) desempenha importante papel no quadro das principais explorações agrícolas, não só em função da extensão da área cultivada e do valor da produção, mas, também, por se tratar da principal fonte de proteínas da população de baixa renda. Na safra 2007/2008, a produção foi de, aproximadamente, 3,5 milhões de toneladas, em uma área plantada de 4 milhões de ha, havendo, assim, uma produtividade de 878 kg ha⁻¹ (Conab 2008).

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pela cultura do feijão. Pelo fato de, aproximadamente, 50% do N total absorvido ser exportado, sintomas de deficiência são frequentemente constatados em sementes de feijão (Oliveira et al. 1996). O nitrogênio tem grande importância nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois a demanda por N nessa fase é alta (Portes 1996). Para Rosolem (1996), a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo que propicie boa nutrição da planta, na época em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, ou seja, até o início

1. Trabalho recebido em jul./2007 e aceito para publicação em maio/2009 (n° registro: PAT 3486).

2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Cx. Postal 237, CEP 18.610-307, Botucatu, SP. E-mails: mztoledo@fca.unesp.br, mlcesar@fca.unesp.br, soratto@fca.unesp.br, ccavariani@fca.unesp.br, crusciol@fca.unesp.br.

3. Faculdades Associadas de Uberaba, Avenida do Tutuna, 720, CEP 38.061-500, Uberaba, MG. E-mail: nara@eng.agronomia.br.

do florescimento. Porém, o feijoeiro não absorve todo N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (Rosolem 1987). Segundo Hungria et al. (1985), 60% do N mineral total acumulado pelo feijoeiro durante o ciclo é absorvido entre os estádios de florescimento e meados do estágio de enchimento dos grãos.

O aspecto nutricional das plantas afeta o tamanho, massa e viabilidade das sementes produzidas, características estas relacionadas à comercialização e à qualidade das sementes (Sá 1994). Assim como a produtividade, a obtenção de sementes de qualidade está associada a fatores como condições ambientais e nível de nutrição da planta-mãe (Arthur & Tonkin 1991). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o nível de vigor das sementes pode afetar o estabelecimento da cultura, o desenvolvimento das plantas, a uniformidade da lavoura e a sua produtividade.

A qualidade fisiológica está relacionada com a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Portanto, os efeitos sobre a qualidade geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas.

Santos et al. (2003) observaram efeito positivo da adubação nitrogenada na massa de sementes de feijão, com o aumento das doses até 160 kg ha⁻¹. Bassan et al. (2001), estudando a cultivar Pérola “no inverno”, verificaram valores crescentes de germinação, com a aplicação de até 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Tais autores também relataram que a dose de 58 kg ha⁻¹ de N permitiu o máximo valor de germinação para o teste de envelhecimento acelerado, no tratamento referente à adubação nitrogenada de cobertura sem inoculação. Em sementes de feijão-comum, Soratto et al. (1999) verificaram incrementos na porcentagem de germinação, em função do aumento de doses de nitrogênio, enquanto Chidi et al. (1999) observaram aumento da germinação de sementes, com doses de nitrogênio aplicadas na forma de uréia, em doses acima de 50 kg ha⁻¹.

Em condições de bom suprimento de nitrogênio, pode-se produzir sementes com maior potencial de armazenamento, dentre outras características, dentro dos limites da variedade e das condições climáticas reinantes (Sá 1994).

De acordo com Bragantini (1996), as condições sob as quais as sementes de feijão ficam expostas,

durante a sua formação, maturação, colheita, secagem e beneficiamento, influenciam a sua qualidade fisiológica inicial. A capacidade das sementes manterem sua qualidade durante o período de armazenamento é influenciada por diversos fatores, dentre eles o teor de água com que a semente foi armazenada, embalagens de conservação, temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento.

Face ao exposto, é essencial que pesquisas sejam realizadas, visando a relacionar adubação e qualidade das sementes, uma vez que uma agricultura tecnificada se inicia utilizando-se sementes de alta qualidade, refletindo, assim, em maior produtividade.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola, antes e após o armazenamento, em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura, em sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em duas etapas. A primeira foi realizada na Fazenda Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Município de Botucatu, Estado de São Paulo (48°23'W, 22°58'S, 765 m de altitude). Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Cwa, sendo definido como tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich 1994). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho estruturado (Embrapa 1999), sendo cultivado, por dois anos, com a sucessão arroz/aveia-preta, em sistema de semeadura direta. A segunda etapa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal - Setor Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Unesp, em Botucatu (SP).

Os dados diários referentes às temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial, durante a condução do experimento, foram coletados na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Lageado/Departamento de Recursos Naturais/Setor de Climatologia (Figura 1).

Os resultados da análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, foram obtidos de acordo com Rajj & Quaggio (1983) (Tabela 1).

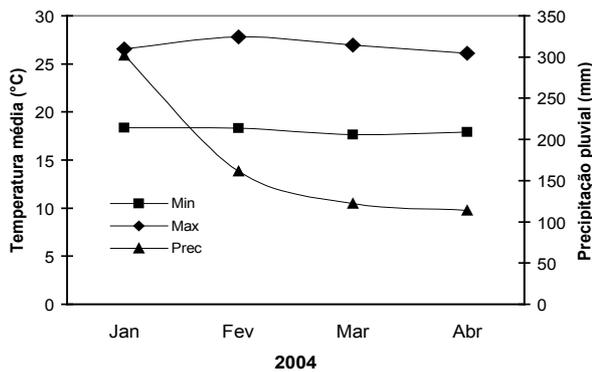


Figura 1. Dados referentes à precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima, no período de realização do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois níveis de nitrogênio (0 kg ha⁻¹ e 90 kg ha⁻¹), no estágio V₄ (22 DAE – dias após a emergência), e quatro níveis de nitrogênio (0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹), no início do estágio R₇ (50 DAE), aplicados em cobertura, tendo como fonte o nitrato de amônio.

A adubação básica, realizada na semeadura, constou da aplicação, em todos os tratamentos de 230 kg ha⁻¹, de fórmula NPK 08-28-16. O feijão cultivar Pérola foi semeado, mecanicamente, em área coberta por palhada de aveia preta, no dia 07/01/2004, utilizando-se 15 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu em 12/01/2004. Após as aplicações de nitrogênio em cobertura, foram realizadas irrigações em todo o experimento, aplicando-se uma lâmina d'água de 5 mm, visando a minimizar perdas por volatilização. As parcelas foram constituídas por seis linhas de 6 m, sendo consideradas como áreas úteis as quatro linhas centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades. O controle das plantas daninhas foi realizado mediante duas aplicações sequenciais do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (100 + 125 g do i.a. ha⁻¹

em cada aplicação). O florescimento pleno da cultura ocorreu 41 dias após emergência, sendo que o ciclo teve duração de 86 dias, em todos os tratamentos. Logo após a colheita e debulha mecanizadas, o teor de água das sementes foi determinado e ajustado para 13%, para cálculo da produtividade, antes das avaliações de qualidade.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada logo após a colheita e aos quatro meses de armazenamento em câmara seca (25°C e 40% UR), mediante os seguintes testes:

1) Teor de água: Conduzido com duas subamostras de 10g, utilizou-se o método da estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas (Brasil 1992). O teor de água também foi determinado após o teste de envelhecimento acelerado, como recomendado por Marcos Filho (2005);

2) Massa de 100 sementes: Determinou-se a massa de oito subamostras de 100 sementes, seguindo-se os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil 1992), sendo os resultados expressos em gramas;

3) Germinação: Realizada com quatro subamostras de 50 sementes, condicionadas em rolos de papel-toalha umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes sua massa seca. Os rolos foram mantidos em germinador, regulado à temperatura de 25°C. As contagens foram realizadas no quinto e nono dias após a semeadura (Brasil 1992);

4) Primeira contagem de germinação: Efetuada juntamente com o teste de germinação, para avaliação do vigor das sementes. Avaliou-se a porcentagem de plântulas normais, cinco dias após a semeadura;

5) Envelhecimento acelerado: Foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, pelo método descrito por Marcos Filho (1999), no qual as sementes foram distribuídas em camada única, sobre a tela de inox, e colocadas em caixas plásticas (gerbox), contendo 40 mL de água destilada no fundo. Foram mantidas à temperatura de 42°C, por 72 horas. Decorrido este período, as sementes foram avaliadas pelo teste de germinação,

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, retirado na camada de 0-20 cm, antes da instalação do ensaio (teores de areia, silte e argila, respectivamente, de 240 g kg⁻¹, 110 g kg⁻¹ e 650 g kg⁻¹).

Profundidade	pH	M.O.	P resina	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H + Al	CTC	V
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³					%
0-20	4,4	26	14,9	41,3	20,6	1,6	61	138,9	56

com avaliação das plântulas normais, no quinto dia após a instalação do teste;

6) Condutividade elétrica: Segundo Vieira & Krzyzanowski (1999), após a determinação da massa de quatro subamostras de 25 sementes, estas foram submetidas a embebição, em um recipiente contendo 75 mL de água deionizada, e, então, mantidas em germinador, regulado à temperatura de 25°C, durante 24 horas. Após este período, realizou-se a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, utilizando-se um condutivímetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$;

7) Comprimento de plântulas: Utilizaram-se quatro subamostras de 10 sementes, dispostas sobre uma linha traçada no terço superior do papel-toalha, no sentido longitudinal, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos confeccionados foram mantidos na vertical, em germinador regulado à temperatura de 25°C, por cinco dias. Decorrido este período, as plântulas normais foram medidas, com auxílio de uma régua, e o comprimento médio da plântula, em cm, calculado pelo quociente entre a soma das medidas em cada repetição e o número de plântulas obtidas no teste (Nakagawa 1994);

8) Massa seca de plântulas: Após a determinação do comprimento de plântulas, as plântulas normais de cada subamostra foram retiradas do substrato e contadas. Foram removidos os cotilédones, sendo os eixos embrionários colocados em recipientes de alumínio, previamente tarados. As plântulas foram, então, secas, em estufa regulada a 80°C, durante 24 horas. Após este período, foram colocadas para esfriar em dessecador, determinando-se, posteriormente, as massas da matéria seca total das plântulas normais da repetição. A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas normais componentes, resultando na massa média de matéria seca por plântula, em mg (Nakagawa 1994).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à aplicação de N, no estágio V_4 , foram comparadas pelo teste t, a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de N aplicadas no início do estágio R_7 foram avaliados, por meio de análise de regressão, escolhendo-se a equação com maior coeficiente de regressão (R^2) significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados de teor de água das sementes de feijão cv. Pérola, logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento, obtidos em função da adubação nitrogenada, em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas. Os valores de teor de água, determinados no início do armazenamento, variaram de 7,8% a 8,5%. Após quatro meses de armazenamento, houve redução dos valores de teor de água, que apresentaram, no máximo, 6,9%. Os resultados apresentaram-se baixos, provavelmente devido ao efeito do equilíbrio higroscópico com o ambiente (Toledo 1969). Os teores obtidos, em ambos os períodos de análise, apresentaram-se adequados à conservação de sementes de feijão, pois Delouche et al. (1973) recomendaram um teor de água máximo de 12%, para sementes amiláceas.

Na Tabela 2, também podem ser observados os valores de teor de água, após o teste de envelhecimento acelerado, realizado conforme recomendações de Marcos Filho (2005). Os resultados mostraram que o teste foi conduzido adequadamente, considerando-se que um dos principais indicadores da uniformidade das condições do envelhecimento acelerado é o teor de água das sementes, ao final do teste (Marcos Filho 1999).

Na Figura 2, são apresentados os dados de produtividade, teor de proteína e massa de cem sementes de feijão. Quanto à produtividade, houve efeito da

Tabela 2. Teor de água (%) de sementes de feijão cv. Pérola, antes e após o envelhecimento acelerado, em função da aplicação de nitrogênio em cobertura, nos estádios V_4 e R_7 , aos 0 e 4 meses de armazenamento.

Avaliações	N no estágio V_4	N no estágio R_7	Armazenamento	
			0	4
	kg. ha ⁻¹		meses	
Teor de água	0	0	8,2	6,5
		30	7,8	6,8
		60	8,3	6,5
	90	120	8,5	6,0
		0	8,3	6,0
		30	8,4	6,6
Teor de água após o envelhecimento	0	60	7,9	6,9
		120	8,0	6,7
		0	31,5	29,5
	90	30	31,5	28,5
		60	32,0	29,5
		120	32,9	29,0
	0	0	32,0	29,5
	30	32,5	29,6	
	60	31,0	29,1	
		120	32,3	29,0

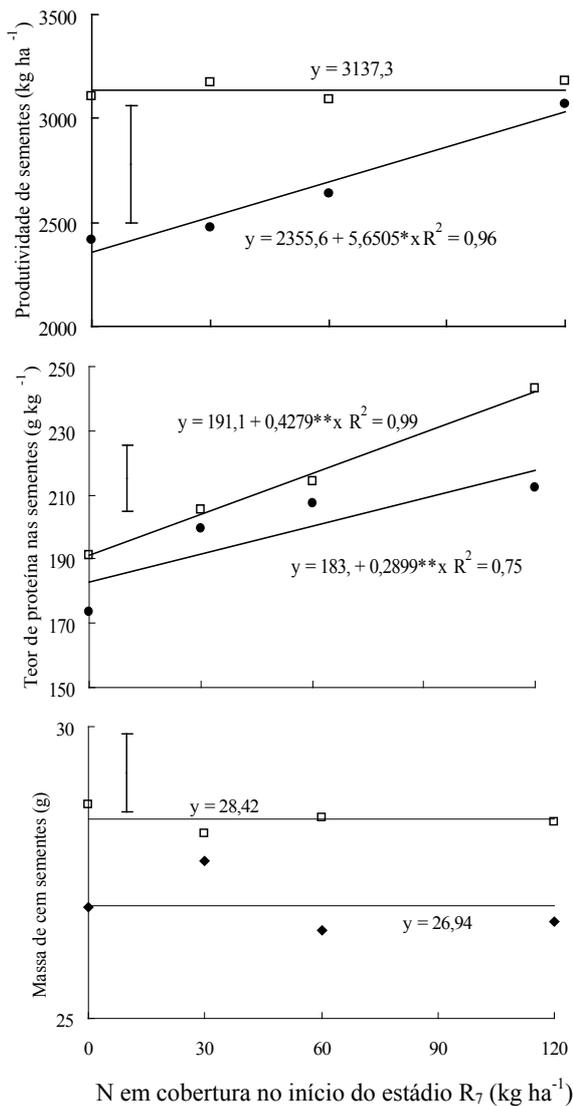


Figura 2. Produtividade, teor de proteína e massa de 100 sementes de feijão cv. Pérola, em função de doses de N no estágio R_7 , sem (\blacklozenge) e com (\square) aplicação de 90 kg ha^{-1} de N no estágio V_4 . * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente ($P \leq 0,05$). Barras verticais indicam o valor de DMS (diferença mínima significativa) ($P \leq 0,05$).

interação entre a aplicação de N no estágio V_4 e no início do estágio R_7 . A aplicação de nitrogênio, no início do estágio R_7 , proporcionou aumento linear na produtividade de sementes, quando as plantas não receberam N no estágio V_4 . Para plantas que receberam 90 kg ha^{-1} de N no estágio V_4 , não foi observado efeito das doses de N em R_7 . Pelos resultados, apesar do aumento de produtividade das plantas que não receberam N no estágio V_4 , foi necessária a aplicação

de 120 kg ha^{-1} de N em R_7 , para proporcionar nível semelhante de produtividade obtido com a aplicação de 90 kg ha^{-1} de N no estágio V_4 . De acordo com Rosolem (1996), a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar boa nutrição da planta, na época que ainda é possível aumentar o número de vagens, isto é, até o início do florescimento.

O teor de proteína nas sementes (Figura 2) foi influenciado pela interação entre aplicação de N, nos estádios V_4 e R_7 . A aplicação de N, no início do estágio R_7 , proporcionou aumento linear no teor de proteína, na ausência ou presença de N adicional. Patroni et al. (2002) também observaram maior teor de proteína nas sementes de feijão, cujas plantas receberam os maiores níveis de adubação nitrogenada. Schweizer & Ries (1969) verificaram que o aumento no conteúdo de proteína leva a um aumento no vigor de sementes.

Para a massa de cem sementes (Figura 2), houve diferença significativa entre os valores médios obtidos com sementes de plantas que foram ou não adubadas com N adicional no estágio V_4 . Não houve, porém, efeito das doses de N aplicadas no início do estágio R_7 . Contrariamente, Soratto et al. (2006) observaram que as doses de nitrogênio em cobertura proporcionaram incremento linear da massa de 100 sementes de feijão, à medida que se aumentou a dose de N aplicada no solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Bassan et al. (2001) e Chidi et al. (2002), em sistema de preparo convencional, e por Soratto et al. (2001), em sistema de plantio direto. Carvalho & Nakagawa (2000) relatam que as sementes de maior tamanho, ou as que apresentam maior densidade, são as que foram melhor nutridas durante seu desenvolvimento, destacando-se, neste sentido, o tratamento referente à aplicação adicional de 90 kg ha^{-1} de N no estágio V_4 .

Quanto à qualidade fisiológica das sementes logo após a colheita (Figura 3), na primeira contagem de germinação, observou-se um aumento linear da porcentagem de plântulas normais, considerando-se as plantas que não receberam N no estágio V_4 , inferindo efeito significativo do aumento das doses de N aplicadas somente no período reprodutivo. Quanto à germinação, também se observou um ajuste linear. No caso das plantas que não receberam N no estágio V_4 , foi necessária, assim como nos resultados de produtividade de sementes, a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N, no início

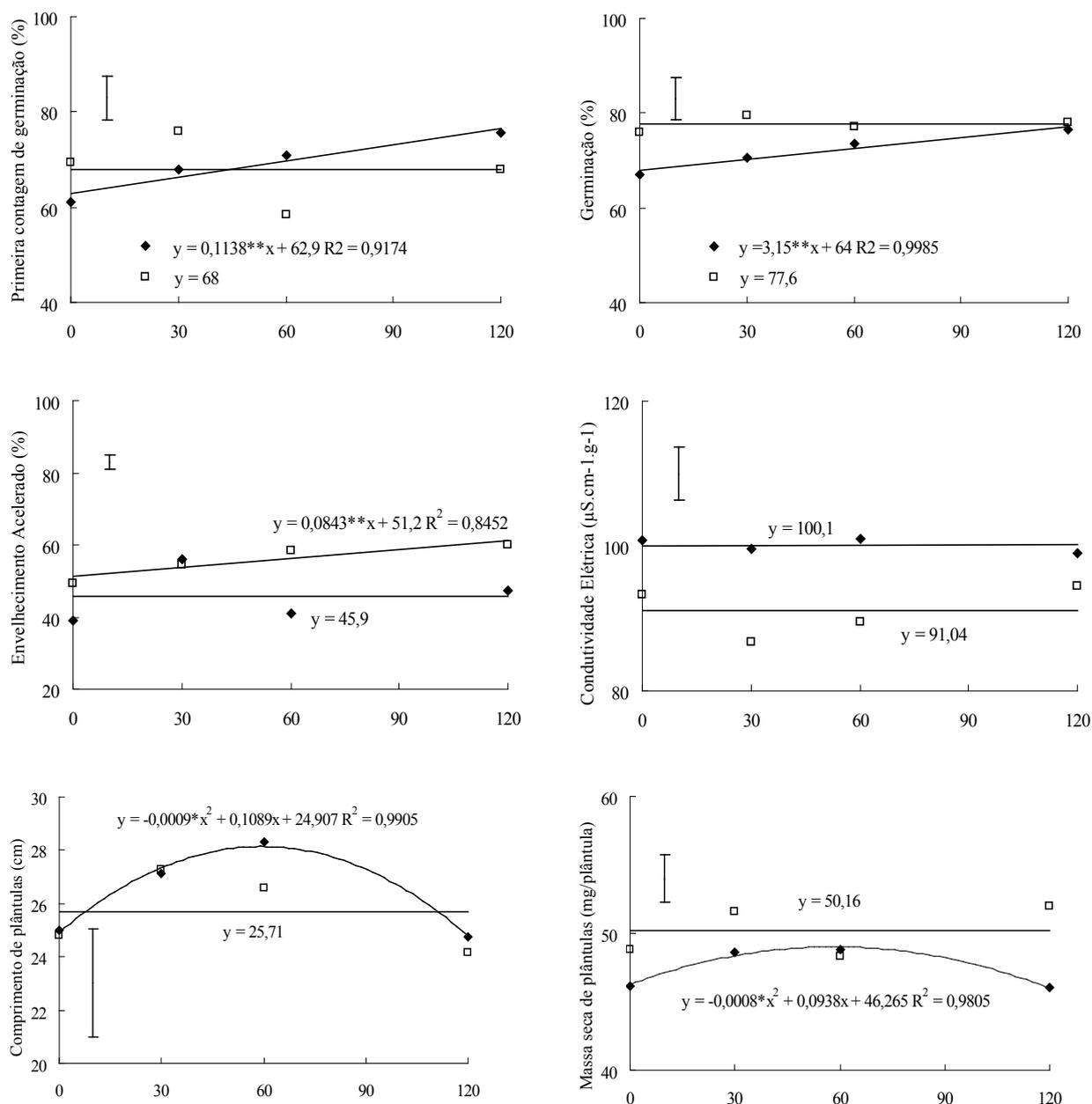


Figura 3. Dados de primeira contagem, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento e massa seca de plântulas de feijão cv. Pérola, em função de doses de N no estágio R₇, sem (♦) e com (□) aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N no estágio V₄, logo após a colheita. * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente (P ≤ 0,05). Barras verticais indicam o valor de DMS (diferença mínima significativa) (P ≤ 0,05).

do estágio R₇, para proporcionar nível semelhante de germinação ao obtido com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N no estágio V₄. Em ambas as análises, não foram observados quaisquer ajustes, em função de doses de N em R₇, quando da ausência de adubação adicional no estágio V₄ das plantas. Oliveira et al. (2003) observaram que, independentemente das fontes utilizadas, todas as doses de N aplicadas

proporcionaram porcentagem de germinação das sementes de feijão-comum superior à testemunha. Soratto et al. (2000) também verificaram incrementos na porcentagem de germinação, em função do aumento das doses de N, enquanto Oliveira et al. (2003) observaram aumento da taxa de germinação, com doses de N aplicadas na forma de uréia, em doses acima de 50 kg ha⁻¹.

Para a porcentagem de plântulas normais, obtidas após o envelhecimento acelerado das sementes de feijão (Figura 3), observou-se que a aplicação de nitrogênio adicional, no estágio V_4 , proporcionou aumento linear dos valores. Porém, não se observou ajuste para as plantas que não receberam N nesta época. Esses resultados provavelmente estejam relacionados ao fato de que uma adubação balanceada resulta em acúmulo de reservas posteriormente translocadas para as sementes, para a formação do embrião e órgãos de reserva (Carvalho & Nakagawa 2000). De acordo com Sá (1994), plantas adubadas de modo adequado e equilibrado apresentam condições de produzir maior quantidade de sementes, aliada à melhor qualidade.

Já para a condutividade elétrica (Figura 3), apesar do efeito significativo do N em cobertura no estágio V_4 , não houve influência das doses de N em cobertura, no início do estágio R_7 . Portanto, pode-se inferir que modificações significativas na qualidade das sementes, capazes de proporcionar uma lixiviação de eletrólitos diferenciada, não são observadas com a aplicação de N na fase reprodutiva das plantas. Considerando-se a média das doses de N aplicadas em R_7 , o melhor resultado ocorreu na presença de 90 kg ha⁻¹ de N, no estágio V_4 , já que valores inferiores são atribuídos às sementes de melhor qualidade.

Com relação ao comprimento e massa da matéria seca de plântulas de feijão (Figura 3), verificou-se que houve ajuste quadrático dos dados, em função das doses de N em R_7 . Em ambas as avaliações, posterior decréscimo, a partir da aplicação aproximada de 60 kg ha⁻¹, foi constatado, quando da avaliação de sementes de plantas que não receberam N em cobertura, no estágio V_4 . Quando a adubação nitrogenada também foi realizada no estágio V_4 , em ambas as avaliações não houve diferença significativa para as doses de N no estágio R_7 . No entanto, mesmo sem que houvesse ajuste dos dados, o fornecimento de N adicional às plantas proporcionou valores superiores de massa da matéria seca de plântulas de feijão, mesmo quando comparado à dose aplicada em R_7 , que resultou em plântulas de maior massa, contrariamente ao observado no teste de comprimento de plântulas. Andrade et al. (1999) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijoeiro, pelos testes de comprimento da radícula e do hipocótilo.

Na Figura 4, são apresentados os ajustes dos dados de qualidade fisiológica das sementes, após quatro meses de armazenamento, em função da ausência ou presença de N adicional, no estágio V_4 .

Para as plantas que não receberam N no estágio V_4 , não houve efeito significativo das doses de N aplicadas em R_7 , na primeira contagem de germinação (Figura 4). Já para as plantas que receberam 90 kg ha⁻¹ de N no estágio V_4 , constatou-se ajuste quadrático significativo dos dados, em função de doses de N no estágio R_7 . A equação permitiu observar um decréscimo na porcentagem de plântulas normais, obtidas com o acréscimo de N em cobertura, seguindo-se aumento a partir da dose aproximada de 60 kg ha⁻¹ de N.

Para porcentagem de germinação, condutividade elétrica, comprimento e massa da matéria seca de plântulas, não houve diferença significativa entre as doses de N em cobertura, no início do estágio R_7 (Figura 4). Houve, porém, diferença significativa entre os tratamentos referentes à ausência ou presença de N no estágio V_4 , sendo os melhores resultados obtidos com a aplicação adicional de 90 kg ha⁻¹. Segundo Bewley & Black (1994) e Pádua (1998), a deterioração observada, durante o armazenamento das sementes, pode resultar em redução da viabilidade, até a completa perda do poder germinativo, produção de plântulas de menor tamanho e plântulas anormais. De acordo com os dados do presente experimento, observou-se que a aplicação de N, no estágio V_4 das plantas de feijão, resultou em melhor qualidade fisiológica das sementes de feijão, mesmo após quatro meses de armazenamento, se comparada à ausência de adubação nitrogenada nesta fase.

Contrariamente, quanto à porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado (Figura 4), observou-se que a aplicação de nitrogênio, no início do estágio R_7 , proporcionou aumento linear, para sementes de plantas que receberam N adicional no estágio V_4 . Já na ausência de adubação nitrogenada, nesta época, houve acréscimo somente até a dose aproximada de 60 kg ha⁻¹ de N, aplicada em R_7 com posterior decréscimo. Neste caso, pode-se inferir que, mesmo com aplicações crescentes de N em R_7 , a ausência de adubação nitrogenada, na fase vegetativa das plantas, somente proporcionou benefícios à qualidade das sementes até certo ponto, enquanto a presença de N adicional no estágio V_4 das plantas de feijão resultou em incrementos constantes

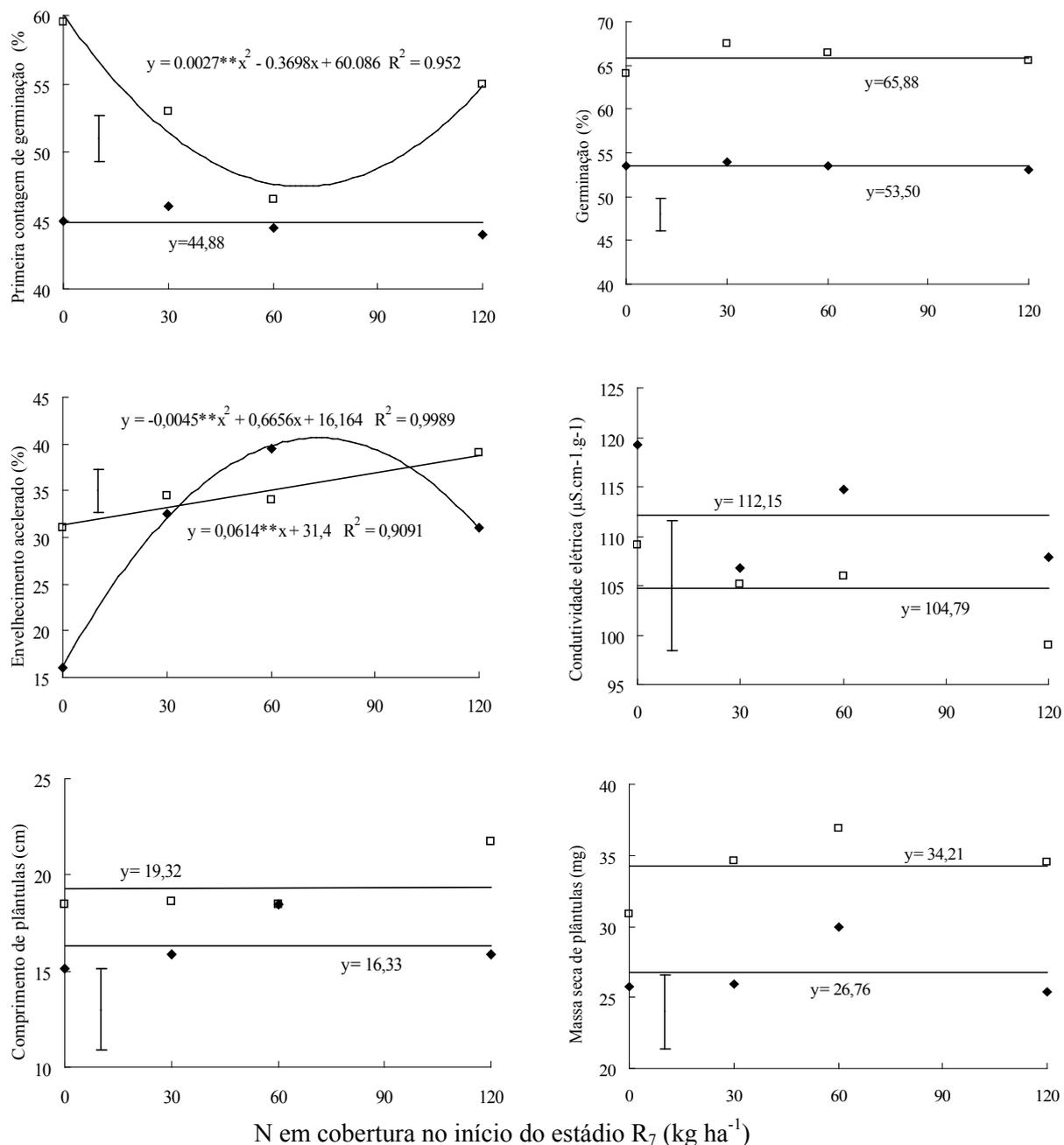


Figura 4. Dados de primeira contagem, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento e massa seca de plântulas de feijão cv. Pérola, em função de doses de N no estágio R₇, sem (♦) e com (□) aplicação de 90 kg.ha⁻¹ de N no estágio V₄, aos 4 meses de armazenamento. * e **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente (P ≤ 0,05). Barras verticais indicam o valor de DMS (diferença mínima significativa) (P ≤ 0,05).

na porcentagem de plântulas normais, em função das doses de N.

A principal preocupação, durante o período de armazenamento, é a preservação da qualidade das sementes, minimizando-se a velocidade do processo de deterioração. No presente experimento, após quatro

meses de armazenamento, os dados de germinação e vigor de sementes de feijão revelaram que não houve efeito de doses de N aplicadas no estágio R₇. No entanto, mesmo após este período, foi constatada influência significativa da aplicação de N em cobertura, no estágio V₄ das plantas. Considerando-

se a ausência de ajuste, em função das doses em R_7 e as médias obtidas em função destas, constatou-se melhor qualidade das sementes, quando houve adubação adicional de N no estágio V_4 das plantas de feijão. Considerando-se o teste de envelhecimento acelerado, observou-se que, mesmo após o período de armazenamento estudado, a presença de N, tanto na fase vegetativa como reprodutiva, proporcionou incrementos lineares na porcentagem de plântulas anormais. Para esta avaliação, foi observado efeito significativo do acúmulo de N, em ambas as fases da cultura. Agüero et al. (1997), em soja, verificaram que os resultados do teste de envelhecimento acelerado são influenciados, entre outros fatores, pelo ambiente prevalecente durante a fase de maturação das sementes e pela nutrição da planta-mãe (Carvalho & Nakagawa 2000).

CONCLUSÕES

1. A aplicação adicional de N em cobertura, no estágio V_4 , proporcionou a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica, logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento.
2. O efeito das doses de nitrogênio em cobertura, no início do estágio R_7 das plantas, na qualidade fisiológica de sementes de feijão cv. Pérola, não foi mais observado após quatro meses de armazenamento.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para condução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGÜERO, J. A. P.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 255-260, 1997.
- ANDRADE, W. E. B. et al. *Avaliação da produtividade e da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro submetidas à adubação NPK*. Niterói: Pesagro-Rio, 1999. (Comunicado técnico, 248).
- ARTHUR, T. J.; TONKIN, J. H. B. Testando o vigor da semente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

SEMENTES, 7., 1991, Campo Grande. *Informativo Abrates*. Campo Grande: Abrates, 1991. p. 38-42.

BASSAN, D. A. Z. et al. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 76-83, 2001.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994.

BRAGANTINI, C. Produção de Sementes. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 639-665.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: SNTA/DNDV/CLAV, 1992.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: Funep, 2000.

CHIDI, S. N. et al. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio em cobertura e diferentes concentrações de uréia via foliar. II - Qualidade fisiológica das sementes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. *Resumos expandidos...* Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 599-602.

CHIDI, S. N. et al. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1391-1395, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). *Levantamento da safra de grãos em São Paulo: setembro 2008*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/SP/graos.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

DELOUCHE, J. C. et al. Storage of seeds in tropical and sub-tropical regions. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 1, n. 2, p. 671-700, 1973.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

HUNGRIA, M.; NEVES, M. C. P.; VICTORIA, R. L. Assimilação do nitrogênio pelo feijoeiro. II. Absorção e translocação do N mineral e do N_2 fixado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, n. 1, p. 201-209, 1985.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. *Manual técnico de manejo e conservação de solo e água*. Campinas: CATI, 1994.

- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C., VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 3-21.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 49-85.
- OLIVEIRA, A. P. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 49-55, 2003.
- OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.
- PÁDUA, G. P. Vigor de sementes e seus possíveis efeitos sobre a emergência em campo e a produtividade. *Informativo Abrates*, Brasília, DF, v. 8, n. 1-3, p. 46-48, 1998.
- PATRONI, S. M. S. et al. Avaliação de diferentes níveis de adubação em três cultivares de feijão carioca. II. Qualidade nutricional dos grãos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. *Resumos...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 541-543.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-137.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. (Boletim técnico, 81)
- ROSOLEM, C. A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 353-390.
- ROSOLEM, C. A. *Nutrição e adubação do feijoeiro*. Piracicaba: Potafós, 1987.
- SÁ, M. E. de. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E. de; BUZZETTI, S. (Coords.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65-98.
- SANTOS, A. B. dos et al. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1265-1275, 2003.
- SCHWEIZER, C. J.; RIES, S. K. Protein content of seed: increase improves growth and yield. *Science*, Washington, v. 165, n. 3888, p. 73-75, 1969.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-266, 2006.
- SORATTO, R. P. et al. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 89-99, 2001.
- SORATTO, R. P. et al. Feijoeiro irrigado e a aplicação de nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar. *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 115-132, 2000.
- TOLEDO, F. F. *Produção de sementes*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1969. (Boletim didático, 11).
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B. (Eds.). *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 4-26.