

EFEITOS DO PARAQUAT E DA MISTURA PARAQUAT+DIQUAT, COMO DESSECANTES, APLICADOS EM DIFERENTES ÉPOCAS, NO RENDIMENTO E NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO¹

Antônio Alberto da Silva²
Mpanzo Domingos²
Antônio Américo Cardoso²

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a cultura do feijão tem despertado o interesse de grandes e médios produtores, devido sobretudo ao plantio de inverno (entressafra) que tem proporcionado diversas vantagens, como: melhor aproveitamento de dispositivos de irrigação, maiores rendimentos, obtenção de sementes de melhor qualidade, redução de riscos (chuvas excessivas e estiagem) e colocação do produto no mercado em épocas não convencionais (8). Como consequência, a cultura vem apresentando maior demanda por desenvolvimento tecnológico, e uma das principais deficiências está relacionada com a falta de equipamentos adequados à colheita mecânica.

Colheitadeiras de soja e trigo, de fabricação nacional ou importadas, não apresentam ajustes necessários para evitar perdas quantitativa e qualitativa da semente de feijão. Todavia, pesquisas realizadas pela EMBRAPA-CNPAF (7) mostraram a adequabilidade do uso das colheitadeiras Ford New Holland e Maxion para colheita de grãos de feijão,

¹ Parte da tese de doutorado do segundo autor, apresentada à UFV. Aceito para publicação em 17.07.1998.

² Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, MG.

porquanto suas perdas quantitativas foram estimadas abaixo de 10%. Porém, não foram apresentados dados relativos à qualidade da semente.

Acredita-se que o uso de desseccantes que promovam a secagem rápida da planta e o aumento da uniformidade de maturação, além de permitir a antecipação e melhor planejamento da colheita de sementes, possam trazer benefícios visando ajuste das máquinas para a colheita mecânica do feijão.

Um dos aspectos importantes a considerar relaciona-se ao estágio fisiológico ideal para a aplicação dos desseccantes. Em espécies monocárpicas, pelo fato de a senescência coincidir com o período de reprodução, para fins práticos a definição da época de dessecação e colheita é feita com base em alterações nas características morfológicas da planta. No feijão, as decisões são tomadas considerando o estágio de degenerescência das folhas, a mudança de cores da vagem, o teor de umidade e a maturação de massa (ponto máximo em matéria seca) (1, 15). No entanto, todas essas características oferecem uma margem de erro muito grande, o que dificulta sobremaneira a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. Pesquisas recentes mostram que as sementes ortodoxas deveriam ser colhidas no estágio vítreo, que corresponde ao máximo de acúmulo de carboidratos solúveis, pois a qualidade fisiológica e o potencial de armazenamento são otimizados (11, 18, 19, 20, 21). No feijão, FORBES e PRATLEY (9) observaram redução significativa de rendimento de grãos, com aplicações precoces de desfolhantes. Em outras culturas, a dessecação química, antes do estágio fisiológico adequado, provoca redução de rendimento e qualidade das sementes. Na soja, RATNAYAKE e SHAW (14) obtiveram rendimento ótimo de semente aplicando glufosinato ou paraquat quando 50% das vagens estavam amarelas; porém, quando os mesmos produtos foram aplicados nas fases inicial e plena de enchimento de grãos, houve redução de rendimento, sem, contudo, afetar a germinação.

Os bipyridílios paraquat e diquat são herbicidas de contato, usados no controle não-seletivo de plantas daninhas e na dessecação química da soja, do trigo, do linho e de outras culturas. Esses produtos atuam como aceptores de elétrons no fotossistema I formando radicais tóxicos de O_2 , que provocam a peroxidação de lipídios e danos nas membranas promovendo a dessecação das plantas em curto espaço de tempo (3, 13, 16).

Trabalhos preliminares realizados na UFV mostraram que o paraquat e a mistura de paraquat + diquat apresentam potencialidade para dessecação do feijoeiro, visando à antecipação e o planejamento da colheita (6).

Nesta pesquisa, baseada no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes, procurou-se confirmar a eficiência desses produtos e reavaliar o intervalo ideal para suas aplicações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em condições de campo, durante o período da "seca" (de 21.03 a 25.06.1995), em Coimbra, MG, em solo Podzólico-Amarelo Câmbico, fase terraço. A qualidade fisiológica das repetições, no arranjo fatorial (3 x 4) + 1, isto é, a combinação de três tratamentos {paraquat (400 g i.a./ha), paraquat + diquat (250 g i.a./ha + 150 g i.a./ha) e nenhum dessecante} com quatro épocas de aplicação (30, 33, 36 e 40 dias após a floração (DAF), ou seja, quando as sementes estavam com 42, 40, 35 e 32% de umidade), mais um tratamento extra. Os dessecantes foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO₂, na dose de 2 L/ha e volume de calda de 300 L/ha, adicionando-se 30 mL do espalhante Agral.

As parcelas experimentais foram constituídas de cinco fileiras com cinco metros de comprimento. Na colheita, utilizaram-se como área útil as três fileiras centrais desprovidas de 0,5 m em cada extremidade.

As condições de temperatura, umidade relativa do ar e insolação, no período da dessecação e colheita, estão representadas na Figura 1.

A colheita foi realizada quando mais de 95% de vagens estavam secas, correspondendo nas sementes à umidade de $12 \pm 1\%$. No tratamento extra (colheita tradicional), a debulha das vagens foi realizada após arranque e enleiramento por cinco dias, quando praticamente 100% das vagens estavam secas. Foram realizadas as seguintes avaliações:

Grau de umidade da semente - foi determinado de dois em dois dias a partir do momento da aplicação dos produtos até a colheita, usando amostras de sementes de quatro plantas, pelo método de estufa $103 \pm 3^\circ\text{C}$ (4).

Grau de umidade da planta - foi determinado coletando-se amostras de duas plantas inteiras por parcela, de dois em dois dias, a partir de cada época de aplicação até a colheita. As plantas eram colocadas em estufa com circulação forçada a 70°C até peso constante.

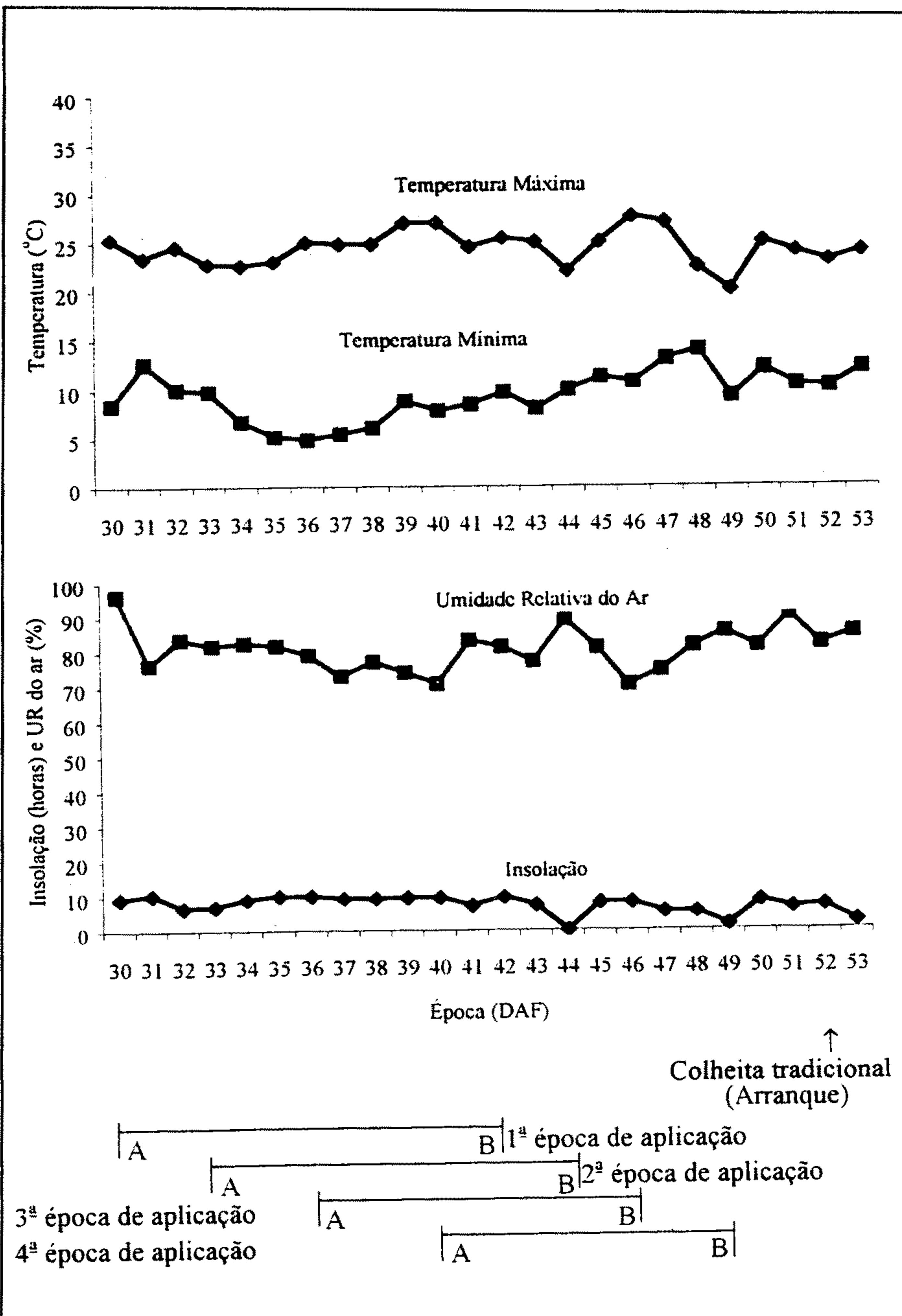


FIGURA 1 - Temperatura máxima diária (°C), temperatura mínima diária (°C), umidade relativa do ar (%) e insolação diária (horas), no período de 02.06 a 27.06.95, e representação das épocas de aplicação dos dessecantes (A) e da colheita (B).

Peso de 100 sementes - usaram-se quatro subamostras de 100 sementes por parcela, as quais foram pesadas em uma balança com precisão de 1 mg, calculando-se, em seguida, o peso médio. Os valores obtidos foram corrigidos para 13% de umidade.

Rendimento - foi avaliado na área útil, após beneficiamento, pesando-se as sementes em balança com precisão de 1 g. Os dados foram corrigidos para 13% de umidade e, posteriormente, transformados em kg/ha.

Estande final - foi avaliado pela contagem de plantas na área útil, sendo expresso em número de plantas/ha.

Teste-padrão de germinação (TPG) - foi realizado com oito subamostras de 25 sementes por repetição de campo, em todos os tratamentos. As sementes foram colocadas em rolos de papel "Germitest" e, em seguida, em germinador, à temperatura de 25°C. Efetuou-se a avaliação da primeira contagem aos cinco dias após a instalação do teste-padrão de germinação, considerando-o como indicativo do vigor das sementes. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (4). Na seqüência, efetuou-se a contagem final do TPG aos nove dias após a instalação do teste, computando-se a percentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (4).

Para todos os dados coletados foi feita a análise de variância e os respectivos desdobramentos dos efeitos de tratamentos. O tratamento adicional foi comparado com cada tratamento do fatorial, utilizando-se o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre os efeitos dos dessecantes e das épocas de aplicação na redução do teor de umidade da semente e da planta foram significativas (Figuras 2 e 3). A secagem mostrou-se menos eficiente quando a dessecação foi realizada em plantas cujo grau de umidade da semente era de 42%. Este efeito foi também observado na soja por ANDREOLI e EBELTOFT (2), ao dessecarem as plantas quando as sementes apresentavam 40% de umidade. O número de dias entre a aplicação dos dessecantes e o momento em que a semente atingiu 16-18% de umidade, que normalmente corresponde ao ponto de arranque, diminuiu com o avanço do estágio de maturação, devido ao decréscimo da umidade. Ambos os dessecantes foram eficazes na redução do teor de umidade da semente e da planta (Figura 3).

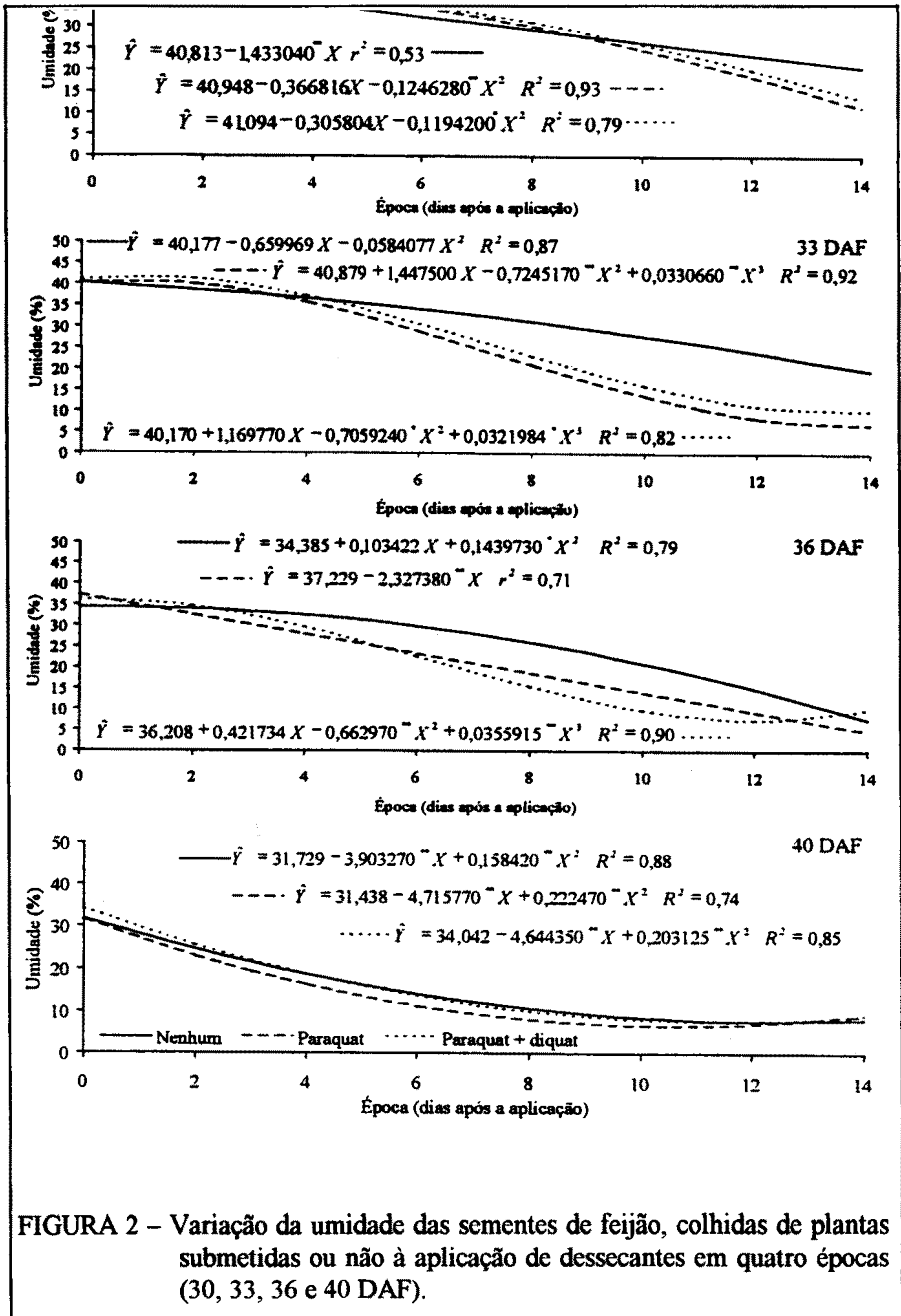


FIGURA 2 – Variação da umidade das sementes de feijão, colhidas de plantas submetidas ou não à aplicação de dessecantes em quatro épocas (30, 33, 36 e 40 DAF).

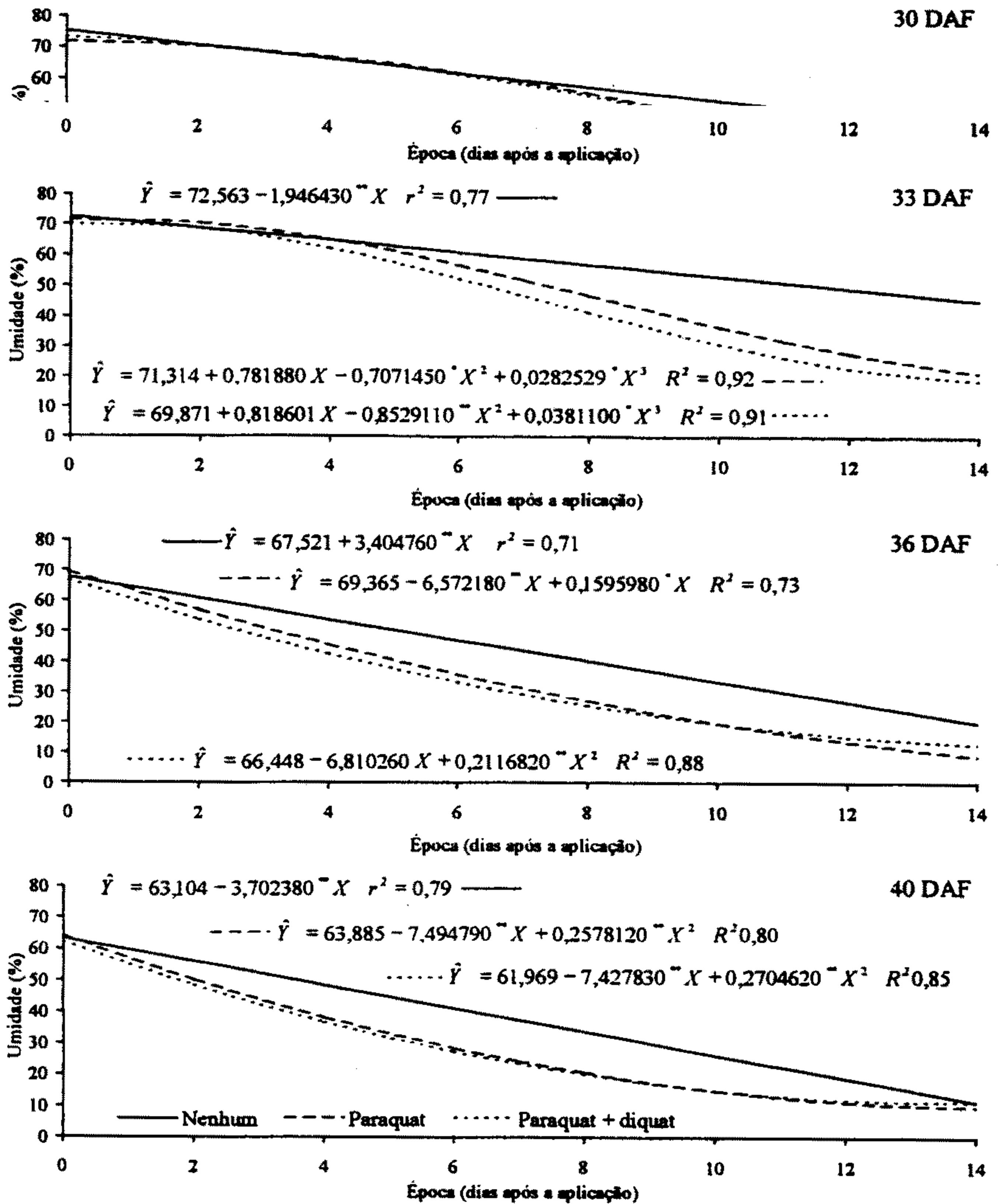


FIGURA 3 - Variação da umidade de plantas de feijão submetidas ou não à aplicação de dessecantes em quatro épocas (30, 33, 36 e 40 DAF).

No experimento realizado anteriormente (6), a fase reprodutiva havia coincidido com a ocorrência de temperaturas elevadas e umidade relativa do ar baixa, o que acelerou sobremaneira a maturação das sementes. No presente ensaio, a maturação e a perda de umidade ocorreram lentamente, graças a temperaturas baixas e alta umidade relativa, proporcionando uma ação mais lenta dos herbicidas na planta (Figura 1). Em consequência disso, aos 30 DAF, na testemunha (sem dessecante), o número de amostragens não foi suficiente para se alcançar o momento em que as sementes apresentaram graus de umidade de 16-18% (Figura 2). Todavia, com base no teor de umidade da semente, a dessecação química do feijoeiro aos 33 e 36 DAF permitiu a antecipação do arranque em seis dias (Figura 2).

Não foram observados efeitos significativos de dessecantes e de épocas de aplicação no peso de 100 sementes, no rendimento da semente e no estande final (Quadro 1). Neste experimento, períodos de baixa luminosidade após as aplicações dos dessecantes impediram a ação rápida desses produtos, proporcionando a secagem lenta das plantas de feijão após as aplicações. Este fato pode ter possibilitado a manutenção do fluxo de assimilados para as sementes, o suficiente para preservar o peso delas. Conseqüentemente, o rendimento não foi prejudicado, mesmo com aplicações precoces.

QUADRO 1 - Médias de rendimento, estande final e peso de 100 sementes em feijoeiro submetido à dessecação, em quatro épocas¹

Tratamentos	Rendimento (kg/ha)	Estande (1.000 plantas/ha)	Peso de 100 sementes (g)
Dessecantes			
Testemunha	1.630	194	25,67
Paraquat	1.566	197	23,81
Paraquat + diquat	1.617	198	23,21
Colheita tradicional	1.548	199	24,22
Época de aplicação (DAF)			
30	1.424	195	24,29
33	1.658	198	24,29
36	1.687	198	24,06
40	1.649	195	24,28
C.V. (%)	16,47	1,70	4,45

1/ Nenhuma das características avaliadas apresentou diferença estatística, em relação à colheita tradicional, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Os dessecantes, em relação à colheita tradicional, não apresentaram efeitos significativos na germinação das sementes, avaliada nas duas contagens do teste-padrão de germinação (TPG) (Quadro 2). Resultados semelhantes haviam sido também obtidos com o feijão-de-vagem (10).

QUADRO 2 - Médias da percentagem de plântulas normais no teste-padrão de germinação de sementes de feijão, após dessecação das plantas, em quatro épocas			
Tratamentos	Teste padrão de germinação		
	Primeira contagem	Contagem final	
	Dessecantes		
Testemunha	85 ^{ns}	93 ^{ns}	
Paraquat	87 ^{ns}	94 ^{ns}	
Paraquat + diquat	84 ^{ns}	92 ^{ns}	
Colheita tradicional	77	90	
	Épocas de aplicação ¹		
30	90*	94 ^{ns}	
33	90*	94 ^{ns}	
36	83 ^{ns}	93 ^{ns}	
40	79 ^{ns}	91 ^{ns}	
C.V. (%)	5,15	3,69	
^{ns} / Diferença não-significativa.			
*/ Diferença significativa, em relação à colheita tradicional, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.			
¹ Dias após a floração.			

As comparações, relativas à primeira contagem do TPG, feitas pelo teste de Dunnett, revelaram que a colheita tradicional (colheita antes da completa seca das plantas, permanecendo estas enleiradas por cinco dias até da debulha) prejudicou o vigor das sementes em relação à dessecação realizada aos 30 e aos 33 DAF. Porém, em relação à contagem final do TPG, a diferença entre a colheita tradicional e a média do fatorial não foi significativa (Quadro 2). Esses resultados reforçam a idéia de que o atraso da colheita acarreta prejuízos no vigor da semente, podendo também afetar a germinação (5, 12, 17).

4. RESUMO

A pesquisa foi conduzida em condições de campo durante o período da "seca" (de 21.03 a 25.06.95), em Coimbra, MG, objetivando avaliar os

efeitos da dessecação química do feijoeiro, em quatro épocas, no rendimento e na germinação das sementes. Utilizou-se o cultivar Carioca, na densidade de 200 mil plantas/ha e no espaçamento entre fileiras de 0,5 m. Além da colheita tradicional, foram usados os seguintes tratamentos: paraquat (400 g i.a./ha), paraquat + diquat (250 g i.a./ha + 150 g i.a./ha) e testemunha, associados a quatro épocas de aplicação, ou seja, aos 30, 33, 36 e 40 dias após a floração plena (DAF), correspondendo na semente à umidade de 42, 40, 35 e 32%. Os produtos foram aplicados na dose de 2,0 L/ha do p.c. e volume de calda de 300 L/ha. Com base na umidade da semente, a dessecação química aos 33 e 36 DAF permitiu antecipação da colheita de pelo menos seis dias. Os dessecantes não interferiram no rendimento e na germinação da semente. Todavia, na primeira contagem do teste-padrão de germinação, as aplicações tardias (36 e 40 DAF) e a colheita tradicional (colheita antes da completa seca das plantas, permanecendo estas enleiradas por cinco dias até da debulha) prejudicaram o vigor da semente.

5. SUMMARY

(EFFECT OF PARAQUAT AND PARAQUAT + DIQUAT AS DESICCANTS AND DESICCATION TIME ON DRY BEAN SEED YIELD AND QUALITY)

During dry season (March 21 – June 25, 1995), a field trial was carried out in Coimbra, MG, to assess the effects of chemical desiccation on seed yield and germination. Bean from the cultivar Carioca was grown at 200 thousand plant/ha, using spacing between rows of 0.5 m. Besides the traditional harvesting method, were assayed paraquat (400g a.i./ha) and paraquat + diquat (250g a.i./ha + 150g a.i./ha) applied to a rate of 2 L/ha, when the seed moisture content was 42, 40, 35 and 32%, which means applications at 30, 33, 36 and 40 days after full flowering (DAF). Based on seed moisture content, the desiccation with paraquat and paraquat + diquat at 33 and 36 DAF advanced the harvesting date by at least 6 days. Neither the desiccant nor the maturity stages had any influence on seed yield and final germination. However, the standard germination test, at the first count, showed that the late date of desiccation (36 and 40 DAF) and the traditional harvesting method (manual) led to a decrease of seed vigor.

7. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, A. de S. & VIEIRA, C. Efeitos da colheita, em diferentes estádios de maturação sobre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Experientiae*, 14: 161-177, 1972.

2. ANDREOLI, C. & EBELTOFT, D.C. Dessecantes no rendimento e na qualidade da semente de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 14: 135-139, 1979.
3. BABBS, C.F.; PHAM, J.A. & COOLBAUGH, R.C. Lethal hydroxyl radical production in paraquat-treated plants. *Plant Physiology*, 90:1267-1270, 1989.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
5. CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3ª ed. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.
6. DOMINGOS, M.; SILVA, A.A. da & SILVA, R.F. da. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes e estádios de aplicação. *Revista Brasileira de Sementes*, 19: 276-283, 1997.
7. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. *Colheita mecanizada do feijão (Phaseolus vulgaris)*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1994. 27p. (Boletim de Pesquisa, 8).
8. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. *Informações técnicas para o cultivo de feijão irrigado*. Goiânia, EMBRAPA – CNPAF, 1989. 33p. (Circular Técnica, 23).
9. FORBES, J.J. & PRATLEY, J.E. The use of desiccant, defoliant and growth regulating sprays to advance the harvest of edible dry beans (*Phaseolus vulgaris*) in Tasmania. *Australian Journal Experimental Agriculture and Animal Husband*, 23: 426-428, 1983.
10. HERNÁNDEZ, G.R.L. *Efeitos do ethephon e do clorato de sódio sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão-de-vagem (Phaseolus vulgaris L.)*. Viçosa, UFV, 1985. 45p. (Tese de mestrado).
11. LEPRINCE, O. & VERTUCCI, C.W. A calorimetric study of the glass transition behaviors in axes of bean seeds with relevance to storage stability. *Plant Physiology*, 109: 1471-1481, 1995.
12. POPINIGIS, F. Qualidade fisiológica de sementes. *Semente*, 1: 65-80, 1975.
13. PRESTON, C.; BALANCHADRAN, S. & POWLES, S.B. Investigations of mechanisms of resistance to bipiridil herbicides in *Arctotheca calendula* (L.) Levyns. *Plant Cell Environment*, 17: 1113-1123, 1994.
14. RATNAYAKE, S. & SHAW, D.R. Effects of harvest-aid herbicides on soybean (*Glycine max*) seed yield and quality. *Weed Technology*, 6: 339-344, 1992.
15. ROCHA, J.A.M.; VIEIRA, N.R. de A.; VIEIRA, E.H.N. & AIDAR, H. *Efeito de antecipação da colheita sobre a produtividade e qualidade da semente do feijão de terceira época de plantio*. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1983. 15p. (Boletim de Pesquisa, 2).
16. SPRINGETT, R.H. The bipiridilium herbicides: their properties and use. *Outlook on Agriculture*, 4: 226-233. 1965.
17. SILVA, C.M. da; VIEIRA C. & SEDIYAMA, C.S. Qualidade fisiológica das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) colhidas em diferentes períodos após a fecundação do óvulo. *Revista Ceres*, 22: 264-271, 1975.
18. STEADMAN, K.J.; PRINTCHARD, H.W. & DEY, P.M. Tissue-specific soluble sugars in seeds as indicators of storage category. *Annals of Botany*, 77: 667-674, 1996.
19. SUN, W.Q. Glassy state and seed storage stability: the WLF kinetics of seed viability loss at $T > T_g$ and the plasticization effect of water on storage stability. *Annals of Botany*, 79: 291-297, 1997.

20. SUN, W.Q. & LEOPOLD, A.C. Glassy state and seed storage stability: a viability equation analysis. *Annals of Botany*, 74: 601-604, 1994.
21. SUN, W.Q.; IRVING, T.C. & LEOPOLD, A.C. The role of sugar, vitrification and membrane phase transition in seed desiccation tolerance. *Physiologia Plantarum*, 90: 621-628, 1994.