

EFEITO DO ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL DE SEMENTES SOBRE A TOLERÂNCIA DO FEIJÃO AO S-METOLACHLOR, EM BAIXA TEMPERATURA¹

Sérgio de Oliveira Procópio²
Antônio Alberto da Silva³
José Barbosa dos Santos⁴
Eduardo Fontes Araújo³
José Ivo Ribeiro Júnior⁵
Lino Roberto Ferreira³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do envelhecimento artificial de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de um mesmo cultivar, de mesmo tamanho de sementes (peneira 17) e de um mesmo lote, sobre a tolerância das plantas resultantes ao s-metolachlor, em baixa temperatura. Foi avaliado o cultivar Pérola, pertencente ao grupo Carioca. Os tratamentos foram formados pelas combinações entre quatro níveis de envelhecimento artificial das sementes (0, 30, 60 e 90 horas) e quatro doses do s-metolachlor (0,00; 0,96; 2,88; e 4,80 kg/ha). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. As sementes mais envelhecidas, ou seja, menos vigorosas, demoraram mais tempo para emergir. Não houve efeito das doses do herbicida e dos níveis de envelhecimento sobre o estande final e a altura das plantas de feijão. O aumento na dose do herbicida reduziu a biomassa seca da parte aérea e das raízes em plantas provenientes de todos os níveis de envelhecimento, sendo esta redução mais drástica em plantas oriundas das sementes mais envelhecidas. O uso de sementes com maior tempo de envelhecimento (menor vigor) proporcionou maior nível de toxicidade do s-metolachlor na dose recomendada (0,96 kg/ha) às plantas de feijão, atingindo 32,50% de toxicidade nas plantas originadas de sementes envelhecidas artificialmente por 90 horas.

¹ Aceito para publicação em 09.05.2002.

² Doutorando. DEP. DE Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.
E-mail: procopio@alunos.ufv.br

³ Dep. de Fitotecnia, UFV.

⁴ Mestrando, Dep. de Fitotecnia, UFV.

⁵ Dep. de Informática, UFV.

toxicidez do s-metolachlor na dose recomendada (0,96 kg/ha) às plantas de feijão, atingindo 32,50% de toxicidade nas plantas originadas de sementes envelhecidas artificialmente por 90 horas.

Palavras-chaves: *Phaseolus vulgaris*, herbicida, fitotoxicidade.

ABSTRACT

EFFECT OF COMMON BEAN SEED VIGOUR ON S-METOLACHLOR TOXICITY IN LOW TEMPERATURE

The objective of this work was to evaluate the effect of artificial aging of dry beans of the same cultivar, with seeds of the same size (sieve 17) and same lot on the toxicity potential of s-metolachlor to plants from these seeds under low temperature. The cultivar evaluated was Pérola, belonging to the Carioca group. The treatments consisted of combinations of four artificial aging levels (0, 30, 60 and 90 hours) and four s-metolachlor doses (0.00, 0.96, 2.88 and 4.80 kg/ha). It was observed that the least vigorous seeds took more time to emerge. No herbicide and vigour loss effects were observed in the number of the emerged plants and in height of the dry bean plants. Increased s-metolachlor dose reduced the dry matter of the aerial part and the roots in the resulting plants at all aging levels, and seemingly such reduction was more drastic in the less vigorous seeds. The use of less vigorous seeds caused a larger s-metolachlor toxicity level in its recommended dose (0.96 kg/ha) to the dry bean plants, reaching 32.50% of toxicity when the seeds underwent 90 hours of artificial aging.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, herbicide, phytotoxicity.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes constituintes da dieta do brasileiro, juntamente com o arroz, constituindo-se na principal fonte protéica da população nacional. Esta cultura ocupa a quarta área de plantio no Brasil e destaca-se por sua importância socioeconômica para o País, em razão da grande mão-de-obra empregada em sua produção (4).

Até o início da década de 90, a cultura do feijão era explorada quase que exclusivamente por pequenos produtores (4), em basicamente duas épocas: o cultivo das "águas" e o da "seca", ambos de elevado risco. Com o desenvolvimento de uma terceira época de plantio, no outono-inverno, em regiões de inverno ameno e com o uso da irrigação, surgiu o chamado "feijão de inverno". Tal tecnologia despertou o interesse de grandes agricultores e empresas privadas do setor agrícola. Ao contrário daqueles de outras épocas de plantio, o "feijão de inverno" constitui-se num cultivo de alto nível tecnológico, marcado pelo alto consumo de insumos agrícolas e elevada produtividade.

Em relação aos vários herbicidas utilizados nesta cultura, destaca-se o metolachlor, que é aplicado em pré-emergência para o controle de plantas daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas. Embora muito utilizado, têm ocorrido relatos esporádicos, por parte de agricultores e técnicos, de problemas de toxicidez deste herbicida em plantas de feijão, não sendo ainda conhecidas as causas desta fitotoxicidade. Vários fatores podem estar relacionados com esse fato, como tipo de solo, precipitação pluvial, manejo da irrigação, temperatura e cultivar utilizado (9, 12, 25).

Segundo vários pesquisadores (2, 3, 12, 17, 19, 21), temperaturas baixas entre a semeadura e a emergência de várias culturas (feijão, milho, sorgo e soja), em que se aplicaram herbicidas do grupo das cloroacetamidas, potencializaram a toxicidade destes às plantas. Acredita-se que a menor velocidade de emergência aumenta o tempo de contato das sementes e das partes das plântulas em emergência, sendo os herbicidas mais absorvidos. A conjugação do herbicida com a glutatona atua em níveis muito baixos, devido à quase-paralisação do metabolismo, reduzindo assim a tolerância da planta (10). Todavia, é possível que outros fatores também estejam envolvidos na potencialização dos efeitos danosos do metolachlor às plantas de feijão, quando cultivados em baixa temperatura, sendo a qualidade das sementes um dos pontos a serem pesquisados. A qualidade das sementes é atribuída à sua pureza física, elevado potencial genético, alta germinação e vigor, ausência de danos mecânicos, boa sanidade e uniformidade de tamanho (13). Todavia, características como o vigor das sementes podem influir na velocidade de emergência das plântulas e, conseqüentemente, no tempo de absorção do herbicida. O vigor das sementes pode ser avaliado por meio de vários procedimentos em que as sementes são submetidas a estresse, sendo o envelhecimento precoce em câmara um dos mais utilizados. Justifica-se esta utilização pela capacidade do teste em estimar o potencial de conservação dos lotes de sementes e por ser de fácil execução e interpretação (16). Adamo et al. (1) verificaram que o estresse causado pela exposição de sementes de girassol, por um período de 48 h a 42 °C e 100% de UR, provocaram rápido decréscimo na qualidade das sementes. De acordo com Costa e Carvalho (6), sementes de milho envelhecidas artificialmente por 72 h (42 °C e 100% UR) tiveram o vigor reduzido em 45%.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a potencialização dos efeitos tóxicos do s-metolachlor (nova formulação), em baixa temperatura, em plantas de feijão provenientes de sementes de um mesmo lote, submetidas a diferentes níveis de estresse causado pelo envelhecimento artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em sala de crescimento do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em outubro e novembro de 1999. O cultivar de feijão utilizado foi o Pérola,

pertencente ao grupo Carioca. Os tratamentos foram compostos pelas combinações de quatro níveis de envelhecimento acelerado (0, 30, 60 e 90 horas de envelhecimento) e quatro doses do s-metolachlor (0,00; 0,96; 2,88; e 4,80 kg/ha). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições.

Após a colheita e trilhagem das sementes, selecionaram-se aquelas sem defeitos visuais e que passaram na peneira 18 de crivo oblongo, mas ficaram retidas na peneira 17 de mesmo tipo de crivo. Após esta homogeneização, as sementes foram submetidas, em laboratório, ao processo de envelhecimento acelerado, objetivando-se atingir diferentes níveis de perda de vigor. Foi utilizado, para tal fim, o método do gerbox desenvolvido por McDonald e Phaneendranath (15). Duzentas sementes foram acondicionadas em caixas gerbox, as quais receberam 40 mL de água destilada. Em seguida, as caixas gerbox foram colocadas em uma DBO, com temperatura constante de 42 °C e umidade relativa de 100%, onde ficaram por 30, 60 ou 90 horas, conforme o tratamento. Os valores de tempo de envelhecimento para se obterem níveis diferentes de vigor foram baseados na duração proposta por Marcos Filho (14). Após o término do envelhecimento, foi calculada a umidade das sementes, em base úmida, pelo método da estufa ($105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 h). Com os dados de umidade coletados, as sementes foram deixadas no meio ambiente para a uniformização da umidade.

Após a uniformização, as sementes foram semeadas em recipientes (gerbox de 3 x 10 cm e 3 cm de altura), preenchidos com solo homogeneizado, cujas características físicas e químicas se encontram no Quadro 1.

Em cada caixa gerbox foram semeadas três sementes de feijão, numa profundidade de 1,5 cm (metade da altura dos recipientes). Adicionou-se aos recipientes a mesma quantidade de água para umedecer o substrato até próximo à capacidade de campo, sendo a seguir aplicado o herbicida. O s-metolachlor foi aplicado no topo dos recipientes, utilizando-se um pulverizador pressurizado com CO_2 , provido de barra com dois bicos tipo leque Teejet 110-03 espaçados de 0,5 m. A pressão de trabalho do pulverizador foi de 3,0 kgf/cm², e o volume equivalente de aplicação foi de 200 L/ha.

A seguir, as caixas gerbox foram levadas à sala de crescimento regulada para fotoperíodo de 12 horas, temperatura média de $16/13 \pm 3^\circ\text{C}$ (dia/noite) e 300 μmol de radiação fotossinteticamente ativa (RFA)/m²s, até a emergência das plantas (período crítico de ação do metolachlor). Após este período, manteve-se o experimento à temperatura ambiente até a colheita.

QUADRO 1- Características físicas e químicas do solo utilizado								
	Análise granulométrica				Análise química			
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	t	T	MO	pH H ₂ O
Solo utilizado	dag/kg				cmolc/dm ³	dag/kg		
Areia quartzosa	16	29	20	35	1,18	2,58	1,90	5,90
* Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia da EMBRAPA (8).								

As irrigações para a manutenção da umidade nos recipientes foram feitas três vezes ao dia, mediante complementação da umidade do substrato por diferença de peso. Uma vez por semana foi realizada a aplicação de uma solução nutritiva comercial em igual volume, em todos os tratamentos.

Foram realizadas as seguintes avaliações: 1) tempo gasto (dias) até a emergência de 80% das plantas (velocidade de emergência); 2) número de plantas emergidas na colheita [40 dias após a semeadura (DAS)]; 3) toxicidade avaliada visualmente na colheita, em que 0% significa nenhuma injúria e 100% morte da planta (19); 4) altura das plantas (cm) na colheita; 5) biomassa seca (g) da parte aérea; e 6) biomassa seca (g) das raízes. Foram testadas as pressuposições de normalidade e homogeneidade das variâncias para a realização da análise de variância, por meio dos testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Os dados de todas as variáveis que atenderam às pressuposições foram submetidos à análise de variância da regressão. O nível de significância adotado foi de até 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Velocidade de emergência das plantas

A velocidade de emergência das plantas de feijão diminuiu com o aumento do envelhecimento das sementes (Quadro 2), seguindo a equação $\hat{Y} = 14,4 + 0,03 * H$ ($R^2 = 0,85$ e *significativo a 5% de probabilidade pelo teste t), em que cada hora de envelhecimento atrasa 0,03 dia na emergência das plantas. Segundo Bryant (5), o vigor das sementes está relacionado com a velocidade de germinação, ou seja, as sementes com alto vigor germinam rapidamente e as com baixo, lentamente.

QUADRO 2 - Efeito de níveis de envelhecimento em sementes de feijão (cv. Pérola) sobre o tempo médio necessário para a emergência de 80% das plantas, em baixa temperatura [16/13 ± 3°C (dia/noite)]

Níveis de envelhecimento (42°C e 100% de UR) (horas)	Tempo para emergir 80% das plantas (dias)
0	14
30	16
60	16
90	17

Não foram observados efeitos das doses do s-metolachlor sobre esta variável. Em baixas temperaturas, a emergência das plantas de feijão do cultivar Pérola, quando comparada com resultados de experimentos preliminares (não apresentados), foi extremamente prolongada. Resultados semelhantes obtiveram Del Giúdice et al. (7), que observaram que a temperatura de 15°C mostrou-se desfavorável para a germinação das sementes de soja, uma vez que até o período de oito dias, em todos os tratamentos, houve apenas a formação de radícula, e assim mesmo parcialmente desenvolvida. Todavia, a 20°C, a germinação das sementes já se apresentou satisfatória. A observação da velocidade de emergência das plantas é de extrema importância, pelo fato de que, quanto maior o tempo entre a semeadura e a emergência das plantas, maior o período de exposição das sementes e partes primárias das plântulas como a radícula e o epicótilo (locais de absorção do herbicida) à ação do s-metolachlor (2, 3, 12).

Número de plantas emergidas

As doses do s-metolachlor não influenciaram ($P > 0,05$) a emergência das plantas de feijão, até mesmo na maior dose, que foi de cinco vezes a recomendada pelo fabricante (Quadro 3). Ratnayake e Shaw (22) verificaram que o imazaquin a 140, 280 e 420 g/ha não afetou a emergência de plantas de soja originadas de sementes com alto vigor, mas reduziu a emergência de plantas em sementes com baixo vigor em todas as doses. De acordo com esses autores, o trifluralin nas doses de 840 e 1.680 g/ha reduziu a emergência de plantas de soja quando foram utilizadas sementes com baixo vigor. Tem-se registrado na literatura que o uso de sementes com baixo vigor reflete em redução na emergência quando semeadas em condições de solo e clima não-ideais (11). Em condições ideais, o vigor das sementes tem influenciado pouco a emergência das plantas (24).

Observou-se, também (Quadro 3), que a emergência das plantas não foi afetada pelos níveis de envelhecimento ($P > 0,05$). Estes resultados diferem dos observados por TeKrony et al. (23), segundo os quais a emergência de plantas de soja foi correlacionada com o vigor das sementes e raramente com o tamanho delas. Opoku et al. (18) registraram que o uso de sementes de *Phaseolus vulgaris* com alto vigor resultou em maior emergência de plântulas, em comparação com sementes com baixo vigor, somente em condições climáticas desfavoráveis.

QUADRO 3 - Efeito de doses de s-metolachlor e níveis de envelhecimento em sementes de feijão (cv. Pérola), submetidas à baixa temperatura entre a semeadura e a emergência, sobre o número de plantas emergidas aos 40 dias após a semeadura					
Níveis de envelhecimento (h) (42 °C e 100% de UR)	Doses de s-metolachlor (kg/ha)				Média
	0	0,96	2,88	4,80	
0	2,75	2,00	2,25	2,75	2,44
30	2,00	3,00	2,00	2,00	2,25
60	2,75	2,25	2,25	2,00	2,31
90	2,00	1,25	2,00	2,00	1,81
Média	2,38	2,13	2,13	2,19	2,20

Sintomas de toxicidade

Em relação a esta avaliação, observaram-se efeitos lineares de doses de s-metolachlor (D), de horas de envelhecimento (H) e da interação entre os fatores (HD), conforme a equação ajustada $\hat{Y} = -2,14583 + 0,272222**H + 11,3932**D - 0,0868056**HD$ ($R^2 = 0,83$ e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste t).

Como a equação ajustada é uma equação de superfície de resposta, foram estabelecidos cortes para as diferentes horas de envelhecimento das sementes de feijão e para as diferentes doses do s-metolachlor (Figuras 1 e 2). Verifica-se, pela Figura 1, que o aumento das doses do herbicida ocasionou incremento na toxicidade às plantas de feijão em todos os níveis de envelhecimento, porém de maneiras diferentes. Percebe-se que, quanto menor o nível de envelhecimento, maior foi o aumento da toxicidade com a elevação das doses, havendo inversão dos valores de toxicidade a partir da dose de 2,88 kg/ha. Constata-se ainda que na dose de 0,96 kg/ha do s-metolachlor (dose média comercial) a porcentagem de sintomas de toxicidez das plantas oriundas de sementes que sofreram 90 horas de envelhecimento (32,50%), considerada moderada e recuperável (20), é mais que o dobro, em relação às plantas provenientes de sementes sem

envelhecimento (15,00%), sendo esta descrita como aceitável e sem prejuízos à cultura.

Analisando-se a Figura 2, observam-se comportamentos diferenciados em relação à injúria entre as plantas provenientes dos níveis de envelhecimento, em cada dose avaliada do herbicida. Na dose comercial (0,96 kg/ha), nota-se que as plantas oriundas de sementes mais envelhecidas (menos vigorosas) apresentaram maior porcentagem de sintomas de toxicidade em comparação às menos envelhecidas (mais vigorosas). Todavia, com o aumento das doses, tal manifestação vai sendo invertida, ou seja, as sementes menos vigorosas são menos afetadas pela ação do s-metolachlor, sendo tal variável de baixa importância nesta situação. Pode-se, talvez, atribuir como causa do ocorrido à menor síntese e atividade da substância orgânica glutationa nas sementes com menor vigor. Sabe-se que este composto é o principal responsável pela destoxificação de herbicidas do grupo das cloroacetamidas nas plantas; entretanto, em doses muito elevadas, esse composto parece não ser suficiente para desintoxicar as plantas de feijão. Para Fuerst (10), o aumento no metabolismo dos herbicidas do grupo das cloroacetamidas, observado em plantas tolerantes, é atribuído à capacidade destas espécies em manter altos níveis de glutathione (GSH) ou de glutathione S-transferase (GST), isoenzimas com grande especificidade a esses herbicidas. Sementes e plântulas com alta produção e atividade da glutathione podem ser capazes de mitigar ou até mesmo não apresentar injúria, com baixas doses do s-metolachlor.

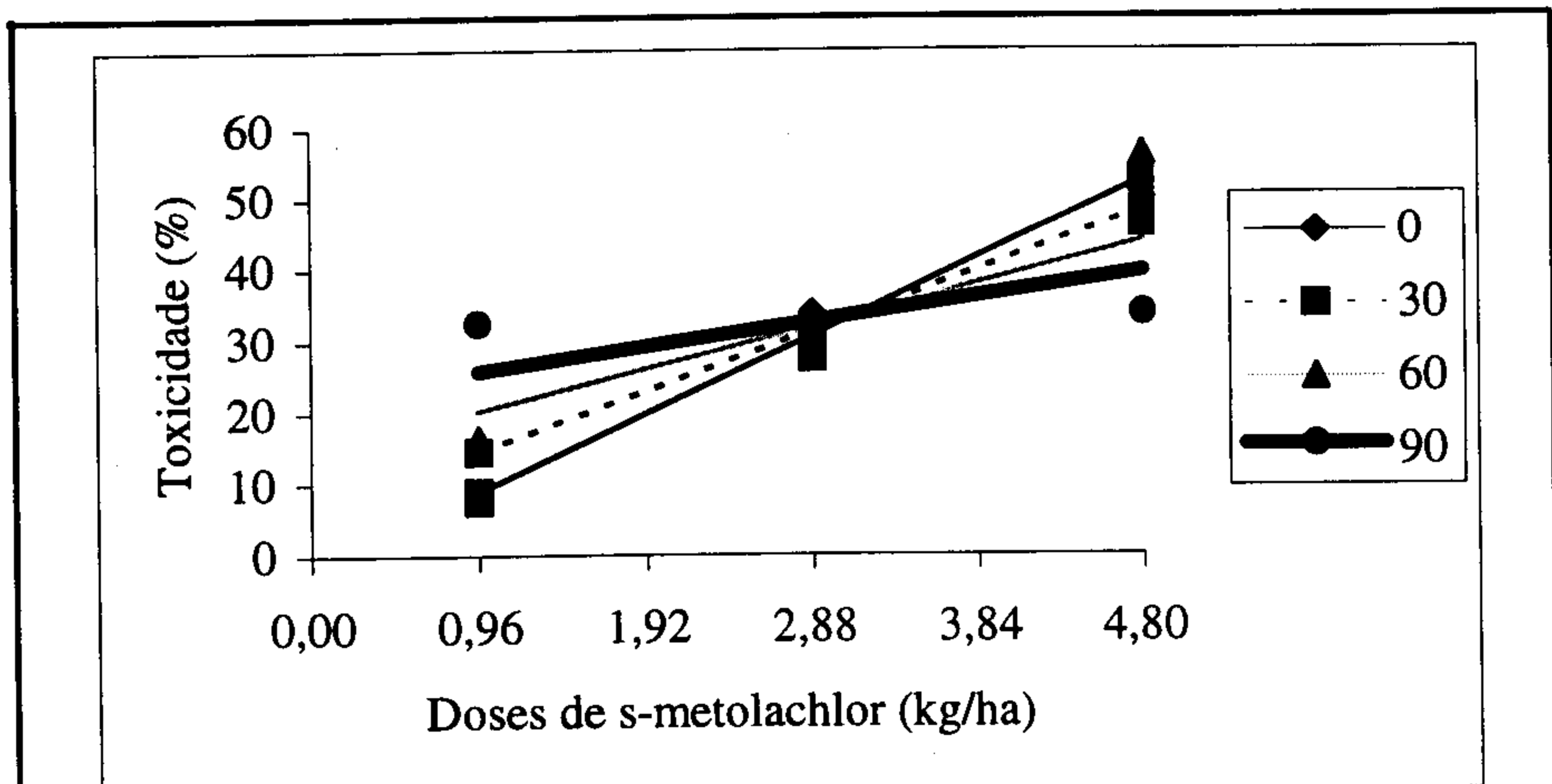


FIGURA 1 - Efeito das doses do s-metolachlor sobre a intensidade dos sintomas de toxicidade em plantas de feijão (cv. Pérola), aos 40 dias após a semeadura, provenientes de sementes com diferentes níveis de envelhecimento (42 °C e 100% de UR) (0, 30, 60 e 90 horas). Nas horas de envelhecimento de 0, 30, 60 e 90, as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = -2,14583 + 11,3932D$, $\hat{Y} = 6,02083 +$

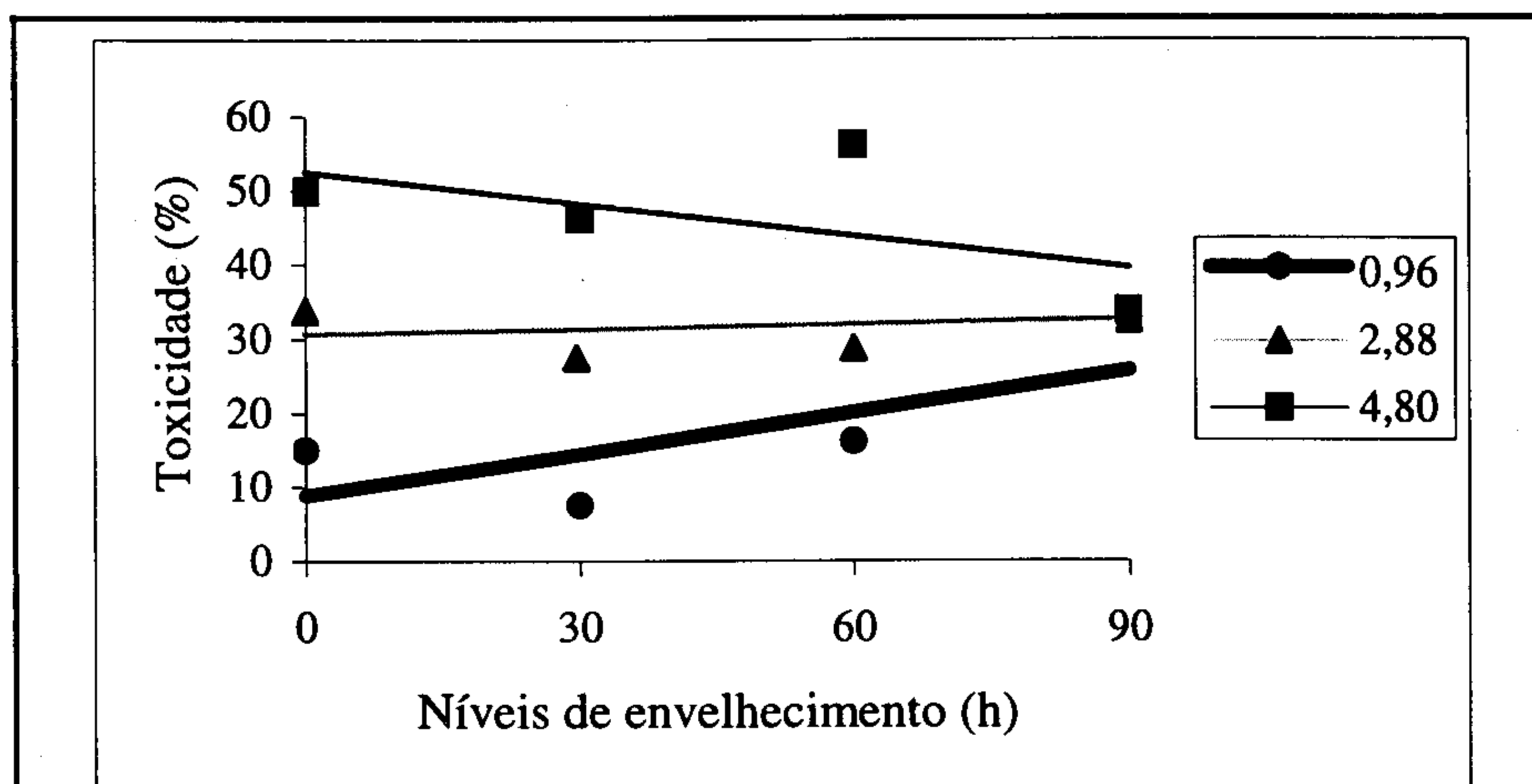


FIGURA 2 - Efeito dos níveis de envelhecimento de sementes de feijão (cv. Pérola) (42 °C e 100% de UR) sobre a intensidade dos sintomas de toxicidade em plantas de feijão (cv. Pérola), aos 40 dias após a semeadura, submetidas a várias doses do s-metolachlor (kg/ha). Nas doses do s-metolachlor 0,96; 2,88 e 4,80 (kg/ha), as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = 8,791642 + 0,1888886H$, $\hat{Y} = 30,666586 + 0,0222218H$ e $\hat{Y} = 52,54153 - 0,1444448H$.

Altura de plantas

A altura das plantas de feijão aos 40 DAS não foi afetada pelas doses do s-metolachlor ($P > 0,05$) (Quadro 4). Ratnayake e Shaw (22) observaram que o imazaquin na dose de 420 g/ha reduziu a altura das plântulas de soja originadas de sementes com alto e baixo vigor em 36 e 28%, respectivamente. Esses autores relataram ainda que o trifluralin não afetou a altura de plântulas e o comprimento de raízes de soja na dose de 840 g/ha; todavia, quando se dobrou a dose, a altura das plantas foi reduzida em 86 e 66%, respectivamente, com sementes de baixo e alto vigor. Os níveis de envelhecimento das sementes também não afetaram esta variável ($P > 0,05$), fato não visto por TeKrony et al. (23), que descrevem que tanto o vigor como o tamanho de sementes de soja influenciaram positivamente na altura das plantas originadas.

Biomassa seca da parte aérea (BSPA)

Quanto à esta variável, foi ajustada a seguinte equação de regressão: $\hat{Y} = 1,08098 - 0,00682563**H - 0,058071**D$ ($R^2 = 0,85$ e $**$ significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t), indicando que tanto o aumento nas horas de envelhecimento das sementes como o das doses do

s-metolachlor reduziram o acúmulo de biomassa seca da parte aérea de plantas de feijão. Como a equação ajustada é uma equação de superfície de resposta, foram estabelecidos cortes para as diferentes horas de envelhecimento das sementes de feijão e para as diferentes doses do s-metolachlor (Figuras 3 e 4).

QUADRO 4 - Efeito de doses de s-metolachlor e níveis de envelhecimento em sementes de feijão (cv. Pérola), submetidas à baixa temperatura entre a semeadura e a emergência, sobre a altura de plantas (em cm) aos 40 dias após a semeadura					
Níveis de envelhecimento (h) (42 °C e 100% de UR)	Doses de s-metolachlor (kg/ha)				Média
	0	0,96	2,88	4,80	
0	10,95	10,89	11,89	8,75	10,62
30	9,50	10,34	10,33	11,33	10,38
60	11,29	8,96	6,89	9,38	9,13
90	10,46	11,63	8,75	9,83	10,17
Média	10,55	10,45	9,47	9,82	10,07

A observação do efeito do s-metolachlor na dose média comercial (0,96 kg/ha) indica que plantas provenientes de sementes sem envelhecimento, ou com baixo período de envelhecimento (30 h), não tiveram, praticamente, redução da sua BSPA. Já as plantas de feijão originadas de sementes com níveis maiores de envelhecimento (60 e 90 h) apresentaram diminuição da BSPA (27,78 e 20,22%, respectivamente) (Figura 3). As plantas oriundas de sementes não envelhecidas apresentaram maiores valores de BSPA em todas as doses utilizadas do herbicida. A perda de vigor das sementes, ocasionada pelo envelhecimento acelerado, pode causar metabolização precoce das suas reservas, prejudicando o acúmulo de matéria seca e expondo-as mais à ação do s-metolachlor, que atua inibindo o crescimento de plântulas suscetíveis. Ratnayake e Shaw (22) mostraram a ocorrência de diminuição da matéria seca da parte aérea de plântulas de soja provenientes de sementes com baixo ou alto vigor, pelo uso do trifluralin na dose de 1.680 g/ha.

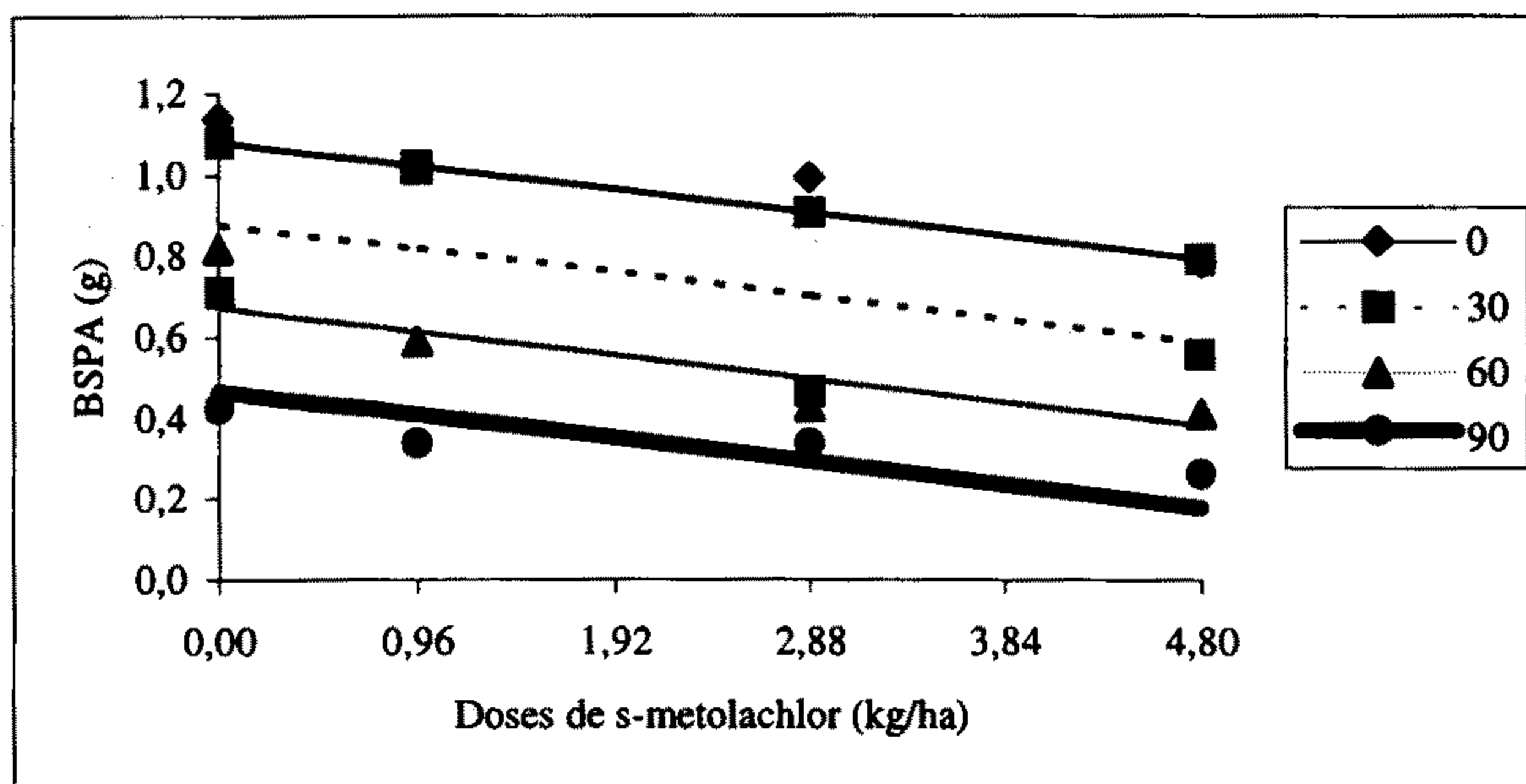


FIGURA 3 - Efeito das doses do s-metolachlor sobre a biomassa seca da parte aérea (BSPA) de plantas de feijão (cv. Pérola), aos 40 dias após a semeadura, provenientes de sementes com diferentes níveis de envelhecimento (42°C e 100% de UR) (0, 30, 60 e 90 horas). Nas horas de envelhecimento de 0, 30, 60 e 90, as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = 1,08098 - 0,058071D$, $\hat{Y} = 0,876212 - 0,058071D$, $\hat{Y} = 0,671444 - 0,058071D$ e $\hat{Y} = 0,466676 - 0,058071D$.

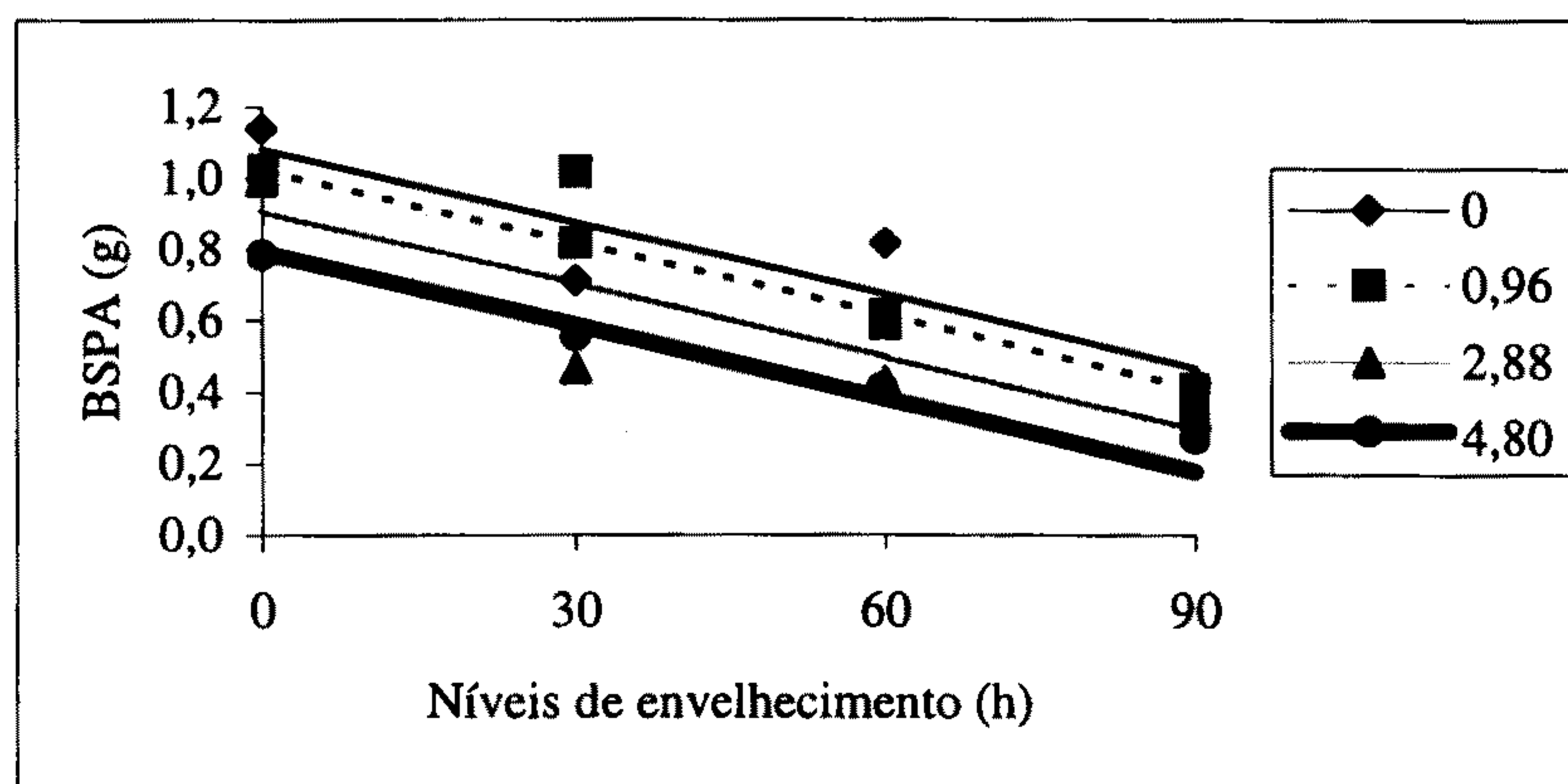


FIGURA 4 - Efeito dos níveis de envelhecimento de sementes de feijão (cv. Pérola) (42°C e 100% de UR) sobre a biomassa seca da parte aérea (BSPA) de plantas colhidas aos 40 dias após a semeadura, submetidas a várias doses do s-metolachlor (kg/ha). Nas doses do s-metolachlor 0; 0,96; 2,88; e 4,80 kg/ha, as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = 1,08098 - 0,00682563H$, $\hat{Y} = 1,022909 - 0,00682563H$, $\hat{Y} = 0,906767 - 0,00682563H$ e $\hat{Y} = 0,790625 - 0,00682563H$.

Biomassa seca de raízes (BSR)

A equação de regressão $\hat{Y} = 0,417133 - 0,00223146^{**}H - 0,0286451^{**}D$ ($R^2 = 0,76$ e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t) foi ajustada para esta variável. Observa-se, por esta equação, que o aumento tanto do envelhecimento das sementes como das doses do s-metolachlor resultou na redução da BSR das plantas de feijão. Segundo Ratnayake e Shaw (22), o imazaquin, aplicado nas doses de 140, 280 e 420 g/ha, reduziu o comprimento das raízes de plântulas de soja provenientes de sementes com baixo vigor; entretanto, só na maior dose prejudicou esta característica, quando as plântulas originaram-se de sementes com alto vigor.

Na Figura 5, são apresentados os efeitos das doses do s-metolachlor sobre a BSR, em cada nível de envelhecimento, e, na Figura 6, os efeitos dos níveis de envelhecimento, em cada dose do s-metolachlor.

O efeito de redução da BSR das plantas de feijão, provocado pelo envelhecimento das sementes, foi menos drástico do que o induzido pelo s-metolachlor na BSPA.

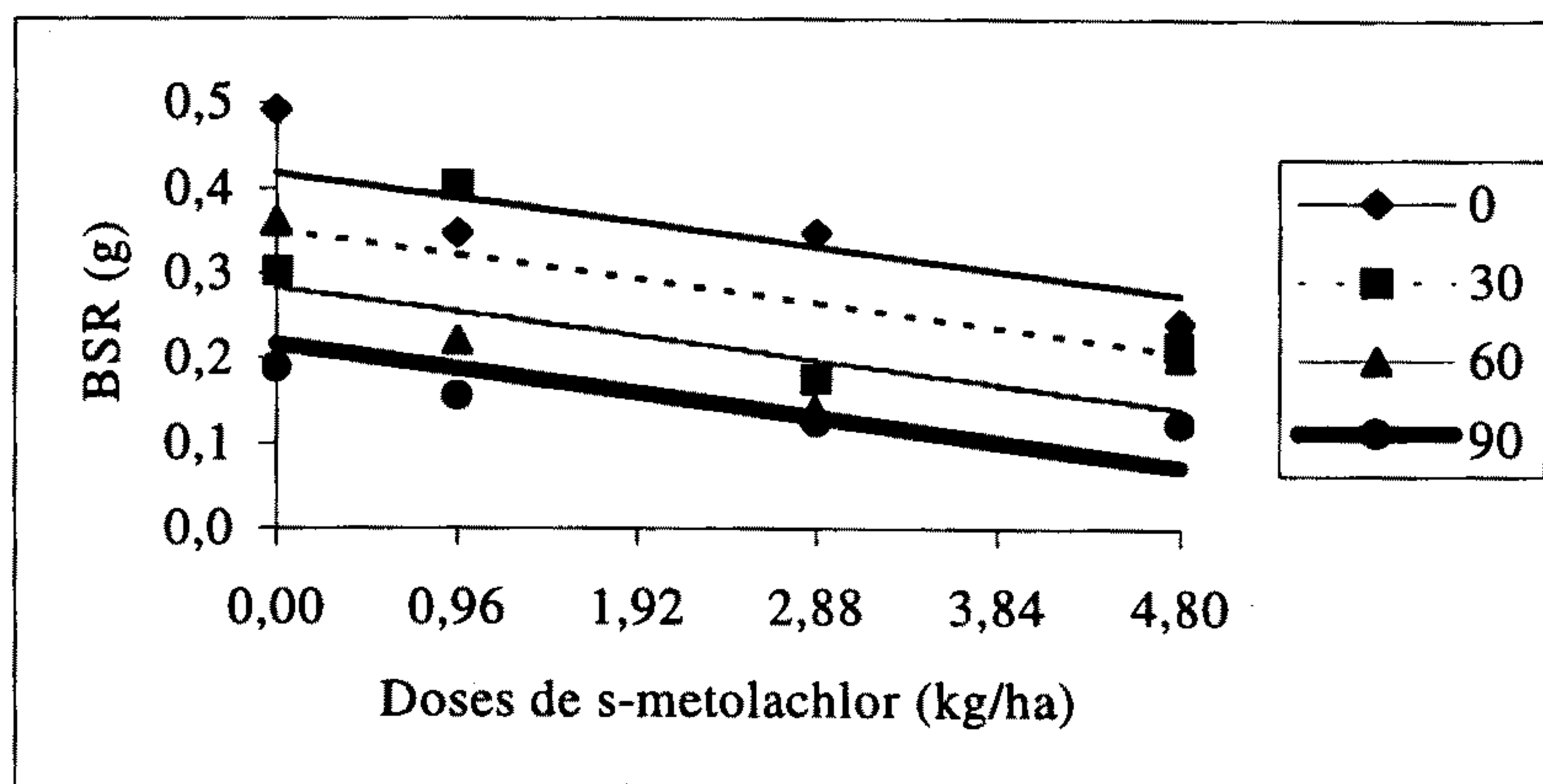


FIGURA 5 - Efeito das doses do s-metolachlor sobre a biomassa seca das raízes (BSR) de plantas de feijão (cv. Pérola), aos 40 dias após a semeadura, provenientes de sementes com diferentes níveis de envelhecimento (42°C e 100% de UR) (0, 30, 60 e 90 horas). Nas horas de envelhecimento de 0, 30, 60 e 90, as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = 0,417133 - 0,0286451D$, $\hat{Y} = 0,350188 - 0,0286451D$, $\hat{Y} = 0,283243 - 0,0286451D$ e $\hat{Y} = 0,216298 - 0,0286451D$.

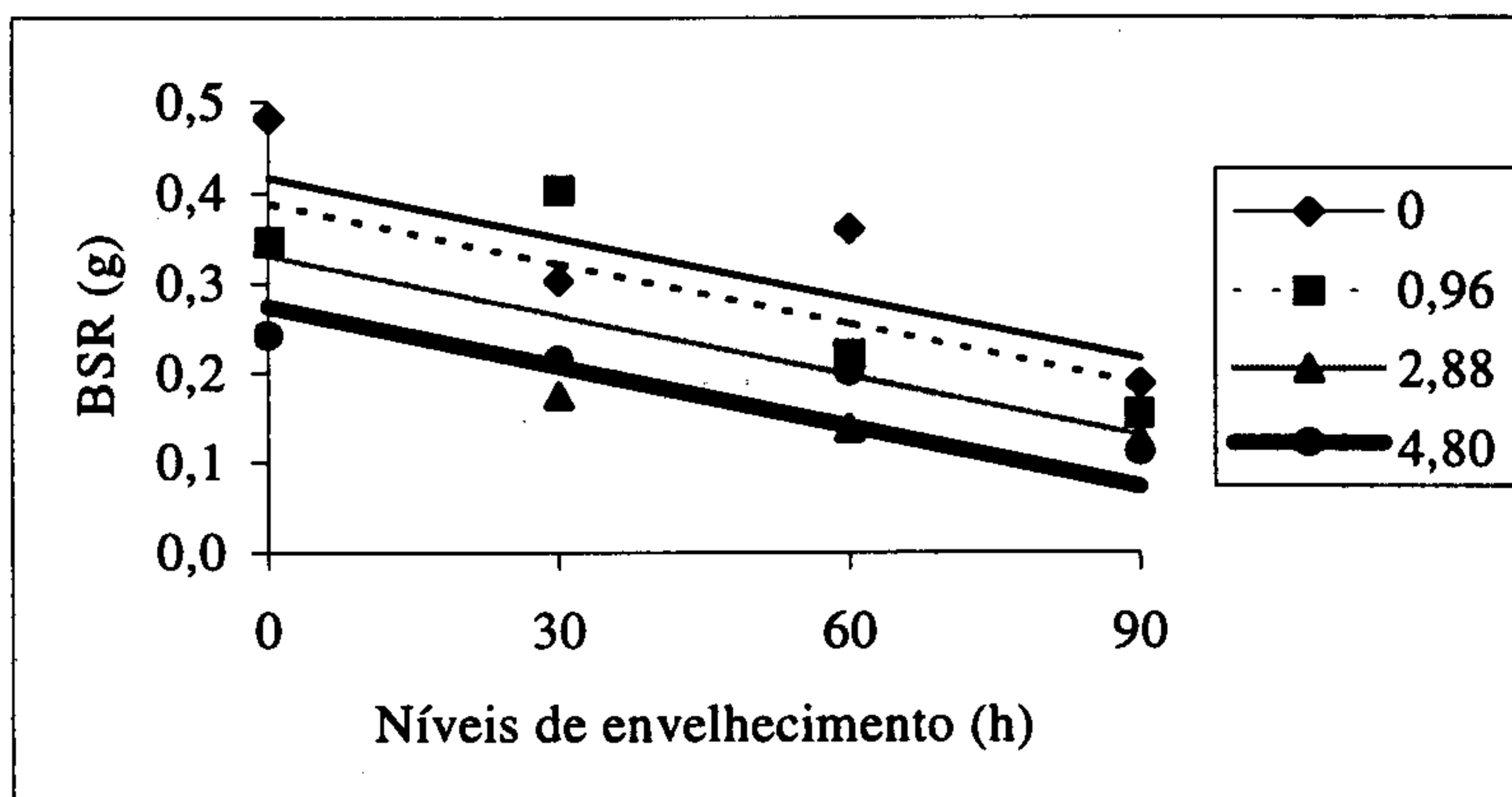


FIGURA 6 - Efeito dos níveis de envelhecimento de sementes de feijão (cv. Pérola) (42°C e 100% de UR) sobre a biomassa seca das raízes (BSR) de plantas colhidas aos 40 dias após a semeadura, submetidas a várias doses do s-metolachlor (kg/ha). Nas doses do s-metolachlor 0; 0,96; 2,88; e 4,80 kg/ha, as equações são, respectivamente: $\hat{Y} = 0,417133 - 0,00223146H$, $\hat{Y} = 0,3884879 - 0,00223146H$, $\hat{Y} = 0,3311977 - 0,00223146H$ e $\hat{Y} = 0,2739075 - 0,00223146H$.

O uso do s-metolachlor em áreas onde são utilizadas sementes de feijão com baixo vigor, podendo esta perda de vigor ser causada por longos períodos de armazenamento ou condições inadequadas no armazenamento (pragas, umidade etc.), em épocas de baixas temperaturas entre a semeadura e a emergência das plantas, pode causar potencialização na toxicidade (injúrias visíveis) e redução do acúmulo de biomassa seca, principalmente da parte aérea destas plantas. Todavia, mesmo nas sementes que não sofreram envelhecimento acelerado (com maior vigor), ocorreram efeitos negativos do herbicida. Testes de vigor devem ser realizados para a certificação de que as sementes a serem utilizadas apresentam alto vigor, reduzindo o problema de injúrias do s-metolachlor.

CONCLUSÕES

- 1) A velocidade de emergência das plantas de feijão tende a diminuir com o aumento do tempo de envelhecimento das sementes.
- 2) O s-metolachlor não influencia a velocidade de emergência das plantas de feijão.

3) O s-metolachlor e os níveis de envelhecimento não afetam o número de plantas de feijão emergidas.

4) O aumento das doses de s-metolachlor proporciona maior toxicidade e menor acúmulo de biomassa, principalmente da parte aérea, às plantas de feijão.

5) Na dose comercial do s-metolachlor (0,96 kg/ha), a perda de vigor ocasiona maior toxicidade e redução da biomassa das plantas de feijão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Syngenta, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ADAMO, P.E.; SADER, R. & UNGARO, M.R.G. Comportamento germinativo de sementes de girassol submetidas ao teste de envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, 6:15-20, 1984.
2. BENETT, M.A. & GORSKI, S.F. Response of sweet corn (*Zea mays*) endosperm mutants to chloroacetamide and thiocarbamate herbicides. *Weed Technology*, 3:475-8, 1989.
3. BOLDT, L.D. & BARRETT, M. Factors in alachlor and metolachlor injury to corn (*Zea mays*) seedlings. *Weed Technology*, 3:303-6, 1989.
4. BORÉM, A. & CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: Vieira, C.; Paula Júnior, T.J. & Borém, A. (eds.). *Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas*. Viçosa, Editora UFV, 1998. p.13-7.
5. BRYANT, J.A. *Fisiologia da semente*. São Paulo, EPU, 1989. 86p.
6. COSTA, C.L.V. & CARVALHO, N.M. Efeito do tamanho sobre o comportamento de sementes de milho submetidas ao envelhecimento artificial. *Revista Brasileira de Sementes*, 5:23-7, 1983.
7. DEL GIÚDICE, M.P.; REIS, M.S.; ALVARENGA, E.M.; SEDIYAMA, C.S. & SEDIYAMA, T. Influência de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] colhidas em diferentes épocas. *Revista Ceres*, 40:53-66, 1993.
8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
9. FUENTES, J.R.; SILVA, J.F.; VIEIRA, C. & CONDÉ, A.R. Tolerância de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) aos herbicidas alachlor e linuron. *Revista Ceres*, 31:136-45, 1984.
10. FUERST, E.P. Understanding the mode of action of the chloroacetamide and thiocarbamate herbicides. *Weed Technology*, 1:270-7, 1987.
11. JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. *Agronomy Journal*, 70:273-9, 1978.
12. KUNKEL, D.L.; BELLINDER, R.R. & STEFFENS, J.C. Safeners reduce corn (*Zea mays*) chloroacetanilide and dicamba injury under different soil temperatures. *Weed Technology*, 10:115-20, 1996.
13. LIMA, R.M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agronômicos. *Anuário ABRASEM*, p.39-43, 1996.

14. MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Vieira, R.D. & Carvalho, N.M. (eds.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP, 1994. p.133-49.
15. McDONALD, M.B. & PHANEENDRANATH, B.R. A modified accelerated aging vigor test procedure. *Journal Seed Technology*, 3:27-37, 1978.
16. MELLO, V.D.C. & TILLMANN, M.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, 9:93-102, 1987.
17. NYFFELER, A.; GERBER, H.R. & HENSLEY, J.R. Laboratory studies on the behavior of the herbicide safener CGA-430879. *Weed Science*, 28:6-10, 1980.
18. OPOKU, G.; DAVIES, F.M.; ZETINA, E.V. & GAMBLE, E.E. Relationship between seed vigour and yield of white beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Varieties and Seeds*, 9:119-25, 1996.
19. PENNER, D. & GRAVES, D. Temperature influence on herbicide injury to navy beans. *Agronomy Journal*, 64:30, 1972.
20. PEREIRA, F.A.R. & BAZONI, R. Avaliação de herbicidas na cultura da soja em áreas de cerrado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, EMPAER, 1995. 38 p. (Documento 45).
21. PUTNAM, A.R. & RICE JUNIOR, R.P. Environmental and edaphic influences on the selectivity of alachlor on snap beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science*, 27:570-4, 1979.
22. RATNAYAKE, S. & SHAW, D.R. Influence of seed vigor, herbicide rates, and incorporation depths on emergence and seeding development of soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 6:801-6, 1992.
23. TEKRONY, D.M.; BUSTAMAM, T.; EGLI, D.B. & PFEIFFER, T.W. Effects of soybean seed size, vigor, and maturity on crop performance in row and hill plots. *Crop Science*, 27:1040-5, 1987.
24. TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. *Crop Science*, 17:573-7, 1977.
25. VIGER, P.R.; EBERLEIN, C.V. & FUERST, E.P. Influence of available soil water content, temperature, and CGA-154281 on metolachlor injury to corn. *Weed Science*, 39:227-31, 1991.