

## TEMPERATURA E QUALIDADE FISIOLÓGICA NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJOEIRO

## TEMPERATURE AND PHYSIOLOGICAL QUALITY IN THE GROWTH OF SEEDLINGS OF COMMON BEAN

Lucio Zobot<sup>1</sup>, Luiz Marcelo Costa Dutra<sup>2</sup>, Danton Camacho Garcia<sup>2</sup>, Nilson Lemos de Menezes<sup>2</sup>, Marcos Paulo Ludwig<sup>3</sup>

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar o crescimento de plântulas de feijoeiro, foi realizado um experimento para avaliar a influência da temperatura, em lotes com diferentes qualidades fisiológicas de duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia – UFSM, onde foram usadas as temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25 e 30 °C, com as cultivares Valente e Uirapuru e quatro lotes de diferentes qualidades fisiológicas, obtidos por meio de envelhecimento artificial durante períodos de zero, 12, 24 e 36 horas (41 °C e 100% de UR do ar). O delineamento usado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições. A cultivar Uirapuru apresentou desempenho inferior a Valente nas menores temperaturas, enquanto que nas maiores ocorre o inverso. A qualidade fisiológica das sementes interfere no desenvolvimento de plântulas. As baixas temperaturas influenciam negativamente a germinação e alongação do hipocótilo.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., hipocótilo, sementes de feijão.

## ABSTRACT

Aiming to evaluate the initial growth of bean seedlings, it was carried out an experiment analyzing the influence of temperature on different levels of physiological qualities of two common bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). The experiment was conducted in climatic chambers in the Didactic and Research Lab of the Departamento de Fitotecnia – UFSM – where the varieties Valente and Uirapuru with four different physiological qualities, obtained through artificial aging during periods of zero, 12, 24 and 36 hours (41 °C and 100% of air RH), were subjected to different constant temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30 °C. The treatments were evaluated according to the following variables: germination, first germination count, Velocity Germination index, length of hypocotyl and radicle of young plants and dry matter of hypocotyl and radicle. The experimental design used was complete random, with four replications. In the condition of the experiment, the variety Uirapuru showed an inferior development compared to Valente in the lowest temperatures for the analyzed variables, while the physiological quality of the seeds interferes in the development of young plants. Low temperatures have affected negatively the germination and elongation of the hypocotyl.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., hypocotyls, common bean seeds.

## INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum é uma espécie amplamente difundida e cultivada

em todos os Estados brasileiros, e é parte incondicional da nossa dieta. No Rio Grande do Sul, é caracterizado pelo cultivo em pequenas propriedades, porém, devido ao seu retorno econômico positivo, é também cultivado por produtores com maior emprego de tecnologia e em maiores áreas (JAUER et al., 2004).

Segundo ZABOT et al. (2004), a possibilidade de semeadura do feijoeiro em diferentes épocas contribui para os investimentos e o crescimento da importância da cultura no contexto agrícola do Rio Grande do Sul, onde é semeado tradicionalmente em duas épocas: a primeira, conhecida como safra, semeada entre agosto e outubro, e a segunda, conhecida como safrinha, semeada em janeiro e fevereiro.

A Região Sul é uma tradicional consumidora e produtora de feijão do grupo comercial preto. De acordo com ZABOT et al. (2004), cerca de 55% das cultivares pertencentes ao grupo comercial preto são do tipo II que apresenta hábito de crescimento indeterminado, ereto e com guia curta, e esses genótipos são os mais usados pelos produtores. No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento desses materiais nas condições de cultivo de safra e safrinha e suas repostas em relação às variações climáticas.

Historicamente, a produtividade média de feijão no Rio Grande do Sul não ultrapassa uma tonelada por hectare (CEPEF, 2003). Um dos motivos que contribuem para o reduzido rendimento no Estado é a baixa taxa de utilização de sementes melhoradas e o uso de sementes de baixa qualidade para implantação das lavouras. Normalmente, os produtores usam grãos colhidos em safras passadas como “sementes próprias”, sendo essas de baixa qualidade fisiológica. Aliado a isso, a época de semeadura constitui-se também em problema para os produtores. Em semeaduras na safra e safrinha, mesmo que dentro da época indicada, o fator temperatura pode interferir significativamente sobre o desenvolvimento e estabelecimento da cultura em campo (SIQUEIRA et al., 1995).

Durante a safra, em Santa Maria, a temperatura média é de 20 °C, a média das temperaturas máximas é 24 °C e a média das temperaturas mínimas é 18 °C. Na safrinha, a temperatura média é 24 °C a média das máximas 30 °C e a médias das mínimas 19 °C (BRASIL, 1992a). Na safra, nas semeaduras realizadas no início da época indicada, o solo apresenta temperaturas subótimas para que as sementes gerem plântulas normais e consigam a emergência. No caso de semeaduras tardias, o período de florescimento da cultura coincide com épocas de altas temperaturas, o que igualmente resulta em problemas para o bom desenvolvimento da cultura (JAUER, 2005; CARNELUTTI FILHO et al., 2005).

Na safrinha, as altas temperaturas ocorridas durante o período recomendado de semeadura fazem com que o problema se repita. Nesse caso, as altas temperaturas resultam em um percentual elevado de plântulas anormais, o que pode prejudicar a emergência e o estabelecimento inicial da cultura (JAUER, 2002; THOMAZ, 2001).

Segundo MARCOS FILHO (2005), o estabelecimento adequado do estande depende da utilização de sementes com alto potencial fisiológico,

<sup>1</sup> \* Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia, bolsista CNPq. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Fitotecnia (Prédio 77). Avenida Roraima, 1000, Campus Universitário, Santa Maria – RS, CEP 97105 – 900. E-mail: luciozobot@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Doutor, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Fitotecnia.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência e tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

(Recebido para Publicação em 12/03/2008, Aprovado em 29/07/2008)

capazes de germinar uniforme e rapidamente, sob ampla variação do ambiente. A redução da percentagem e velocidade de emergência de plântulas é uma das consequências da interação do potencial fisiológico das sementes com as condições do ambiente.

Em virtude das diferenças de temperatura existentes entre safra e safrinha, principalmente no período de semeadura e germinação, e em função das prováveis diferenças de origem entre os genótipos disponíveis no mercado, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de plântulas das cultivares Valente e Uirapuru, com diferentes qualidades fisiológicas submetidas a diferentes temperaturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria – RS. Foram usadas duas cultivares de feijoeiro comum, Valente e Uirapuru, ambas classificadas como tipo II e grupo comercial preto, divididas em quatro lotes de diferentes qualidades fisiológicas, diferenciados pelos envelhecimentos artificiais por diferentes períodos, submetidas a temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25 e 30 °C. As sementes foram produzidas na safra agrícola 2005/2006, e adquiridas junto à Cooperativa Agrícola Mista Comacel, de Arroio do Tigre – RS.

Para a obtenção dos lotes por meio do envelhecimento artificial, as sementes de cada cultivar foram acondicionadas em bandejas de fundo metálico telado e envelhecidas em câmara de envelhecimento acelerado por períodos de zero, 12, 24 e 36 horas (lotes 1, 2, 3 e 4, respectivamente), na temperatura de 41 °C e umidade relativa de 100%.

Para a determinação do grau de umidade inicial foram pesadas cinco gramas de sementes de cada lote com quatro repetições, e levadas à estufa por 24 horas e temperatura constante de  $105 \pm 3$  °C (BRASIL, 1992b). Os dados obtidos foram expressos em percentagem, sendo que os valores não ultrapassaram 13,0%, conforme recomenda MARCOS FILHO (1994), não sendo necessários ajustes no teor de umidade para realização dos testes.

As avaliações realizadas foram: teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de hipocótilo e de radícula, e massa da matéria seca de hipocótilo e radícula.

Para o teste de germinação foram usadas quatro repetições de 50 sementes para cada um dos lotes, semeadas em rolos de papel umedecidos com água destilada no volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco, e posteriormente, levado aos germinadores regulados com temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25 e 30 °C, durante o período de oito dias, sendo contabilizadas somente plântulas normais e os resultados expressos em percentagem (BRASIL, 1992b).

A primeira contagem de germinação foi realizada concomitantemente ao teste de germinação, onde a interpretação foi realizada aos cinco dias após a semeadura, sendo consideradas somente plântulas normais e os

resultados foram expressos em percentagem.

Conjuntamente aos testes de germinação e primeira contagem de germinação foi determinado o índice de velocidade de germinação (IVG), onde foram realizadas leituras diárias, sendo contabilizadas as sementes germinadas que apresentassem raiz primária com aproximadamente dois centímetros de comprimento. No oitavo dia após semeadura, com os dados diários do número de sementes germinadas, calculou-se o IVG para cada tratamento segundo a metodologia descrita por MAGUIRRE (1962).

Na avaliação do crescimento de plântulas foram usadas quatro repetições de 20 sementes para todos os tratamentos, sendo a semeadura no terço superior do papel umedecido com água destilada, no volume de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos contendo as sementes foram levados aos germinadores por oito dias, nas temperaturas constantes previstas no trabalho. Após oito dias, as plântulas foram aleatoriamente separadas em quatro repetições de 10 plântulas para cada lote, sendo estas submetidas às medições (BRASIL, 1992b).

Para obtenção dos dados de comprimento de hipocótilo foram realizadas as medidas da zona de diferenciação entre radícula/hipocótilo até os cotilédones, e para a medição da radícula foi considerado o comprimento da raiz primária, usando-se régua com graduação em milímetros. Os comprimentos, tanto de hipocótilo como de radícula, foram formados a partir da média das 10 plântulas avaliadas e expressos em centímetros.

Os dados de massa da matéria seca de hipocótilo e radícula foram avaliados em 10 plântulas para comprimento, sendo que essas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa com circulação de ar por um período de 24 horas e temperatura constante de 62 °C (BRASIL, 1992b). Após secagem até massa constante, foi realizada a pesagem em balança de precisão (0,001g) e os resultados expressos em gramas para cada tratamento.

O delineamento experimental usado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições, no esquema trifatorial (2x4x5), sendo duas cultivares, Valente e Uirapuru, quatro qualidades fisiológicas, zero, 12, 24 e 36 horas de envelhecimento artificial, e cinco temperaturas, 10, 15, 20, 25 e 30 °C.

A análise estatística dos resultados foi realizada usando o Software Sistema de Análises Estatísticas – SANEST (ZONTA et al., 1984). Os dados referentes à germinação (%) e primeira contagem de germinação (%) foram transformados em  $\arcsen (\%/100)^{1/2}$ . As variáveis resposta foram submetidas a análise da variância e em função das significâncias dos efeitos principais e interações, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro ou regressão polinomial (STORCK & LOPES, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lotes apresentaram qualidades fisiológicas iniciais distintas para germinação e vigor, e os teores de água das sementes encontravam-se estabilizados e não interferiram no resultado dos testes (tabela 1).

Tabela 1 - Umidade (U), germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), comprimento de plântulas (CP) e massa da matéria seca de plântulas (MS) das cultivares Valente e Uirapuru, Santa Maria/RS, 2006.

Lote	U (%)	G (%)	PC (%)	CP (cm)		MS (g)	
				Hipocótilo	Radícula	Hipocótilo	Radícula
Valente							
1	11,47	97 a	85 a	12,07 a	18,21 a	0,9347 a	0,1967 a*
2	12,15	91 b	84 b	11,80 b	16,03 b	0,9282 b	0,1735 b
3	12,40	85 c	78 c	11,51 c	14,98 c	0,9087 c	0,1725 c
4	12,96	84 d	76 d	10,57 d	14,03 d	0,8877 d	0,1630 d
Uirapuru							
1	11,55	91 a	85 a	14,81 a	19,19 a	1,1307 a	0,2050 a*
2	11,72	90 b	84 b	14,51 b	17,22 b	1,0760 b	0,1862 b
3	12,16	88 c	79 c	14,14 c	15,18 c	1,0460 c	0,1807 c
4	12,74	85 d	79 c	13,07 d	14,84 d	1,0375 d	0,1652 d

\* médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para o teste de germinação (figura 1) observou-se comportamento semelhante entre as cultivares sendo que na menor temperatura (10 °C) os valores foram inferiores aos demais, enquanto na temperatura de 25 °C foram obtidos os maiores resultados para germinação. Também, verificou-

se que na maior temperatura usada (30 °C), ocorreu decréscimo na germinação. O estresse causado pela alta temperatura faz com que se manifeste um aumento no número de plântulas anormais, enquanto que as temperaturas inferiores atuam como inibidoras da germinação.

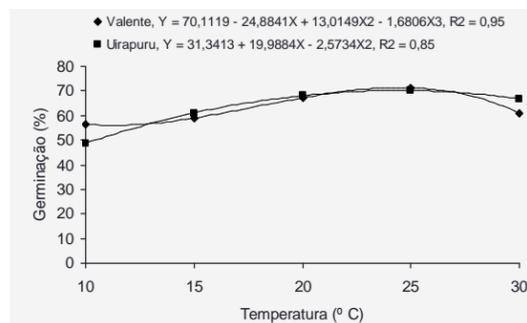


Figura 1 - Germinação (%) das sementes das cultivares Valente e Uirapuru, nas diferentes temperaturas. Santa Maria/RS, 2006.

Quando se comparou o comportamento das cultivares Uirapuru e Valente no teste de germinação e primeira contagem de germinação (tabela 2) pelo teste de médias em cada temperatura observaram-se diferenças para todas as temperaturas testadas. No entanto, para as menores temperaturas (10 e 15 °C) a cultivar Valente foi superior a cultivar Uirapuru, enquanto que nas demais temperaturas ocorreu o inverso, sendo a cultivar Uirapuru superior para germinação e primeira contagem. Esses resultados remetem ao estudo da origem e genealogia das cultivares e aos diferentes níveis de tolerância as baixas temperaturas. Segundo GEPTS &

DEBOUCK (1991), cultivares do grupo andino (norte dos Andes) e cultivares do grupo mesoamericano (América Central e México) apresentam respostas diferenciadas em relação às temperaturas durante o desenvolvimento, não sendo diferente para o processo germinativo. Haja vista que as cultivares cultivadas atualmente, à medida que são melhoradas acabam sendo cruzadas com genótipos de diferentes origens, a identificação das características provenientes de cada grupo fica dificultada, sendo que as respostas das mesmas as baixas temperaturas, pode ser um indício de qual grupo tal genótipo é pertencente.

Tabela 2 - Germinação (%) e primeira contagem de germinação (%) das cultivares Valente e Uirapuru nas diferentes temperaturas (° C). Santa Maria/RS.

Cultivares	Germinação				
	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
Valente	70 a*	72 a	87 b	88 b	77 b
Uirapuru	60 b	68 b	90 a	90 a	83 a
Cultivares	Primeira Contagem de Germinação				
	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
Valente	18 a*	44 a	71 b	79 b	62 b
Uirapuru	3 b	32 b	79 a	86 a	72 a

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Na figura 2, o teste de primeira contagem de germinação indica a mesmo comportamento ocorrido para o teste de germinação, onde os valores são inferiores na menor temperatura testada, próxima aos 25 °C o teste apresenta os valores máximos e, na maior temperatura, ocorre decréscimo. Na comparação entre as cultivares, Valente é superior,

diferenciando-se significativamente de Uirapuru somente nas menores temperaturas (tabela 2). Como indicativo de vigor, a primeira de contagem de germinação mostra que, com o aumento da temperatura, existe aumento do número de plântulas normais.

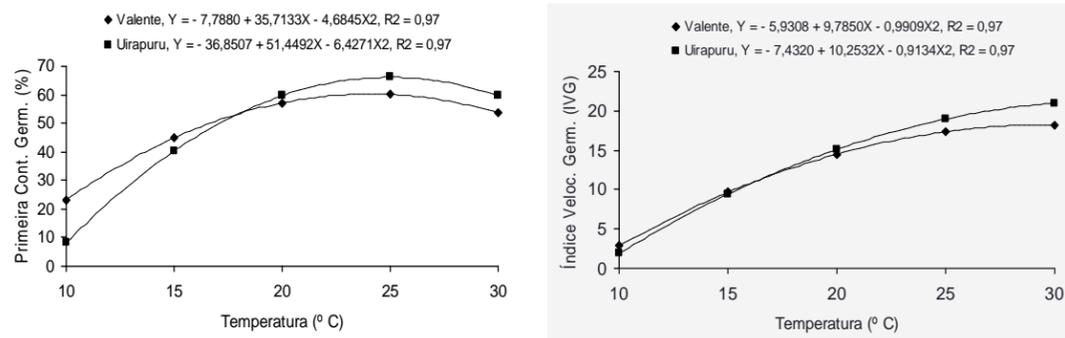


Figura 2 - Primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação das cultivares Valente e Uirapuru nas diferentes temperaturas. Santa Maria/RS, 2006.

Para os diferentes lotes foram detectadas diferenças para o teste de primeira contagem de germinação. Tanto para Valente como para Uirapuru, as temperaturas extremas (10 e 30 °C) estratificaram de maneira eficiente os lotes. Nas temperaturas intermediárias, lotes com menor qualidade fisiológica inicial comportaram-se de maneira superior quando comparados aos lotes de maior qualidade. Para valores pontuais de primeira contagem de germinação entre as cultivares, observou-se que a 10 °C a cultivar Uirapuru foi inferior novamente a Valente. Em temperaturas extremas, onde o estresse causado pela temperatura é maior, lotes com qualidades fisiológicas distintas tendem a se comportar de forma diferenciada, onde sementes com qualidade fisiológica superior possuem maior potencial para expressar suas características quando comparadas a lotes de qualidade inferior. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que no processo germinativo (que é compreendido em por três fases, a primeira caracterizada pela embebição da semente, a segunda pela digestão enzimática das reservas e a terceira onde ocorre o crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário) a partir do momento em que a germinação se torna visível, esse processo irreversível é dependente dos fatores essenciais a germinação, como a qualidade fisiológica (característica intrínseca), temperatura (fator extrínseco), dentre outros (SIQUEIRA et al., 1995; CARVALHO & NAKAGAWA, 1983). Em condições de temperatura próximas as ideais, a diferenciação entre os lotes fica comprometida em função da otimização das condições necessárias para

germinação. SANTOS et al. (2004), trabalhando com diferentes lotes e períodos de envelhecimento com a cultivar IAPAR 44, também observaram decréscimo para primeira contagem de germinação a medida que os lotes diminuam a qualidade fisiológica.

O índice de velocidade de germinação (IVG) de ambas cultivares apresentou comportamento quadrático, com o aumento da temperatura (figura 2). Nesse sentido, a redução gradativa da temperatura, em função dos efeitos sobre a velocidade de embebição e de mobilização de reservas, provoca decréscimo acentuado na velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Esse fato contribui para a maior sensibilidade da semente aos fatores adversos do ambiente, especialmente a associação com microrganismos do solo e conseqüente dificuldade de estabelecimento das plântulas em campo.

Na avaliação de plântulas, para comprimento e massa da matéria seca de radícula (figura 3) observou-se comportamento quadrático, sendo os menores e máximos comprimentos e massas da matéria seca nas temperaturas de 10 e 25 °C, respectivamente. Na temperatura de 30 °C os valores decrescem significativamente tanto para Valente como para Uirapuru. De acordo com MARCOS FILHO (2005) sob baixas temperaturas, pode ocorrer redução do crescimento das plântulas e esse prejuízo, geralmente, é proporcional ao período de exposição a essa determinada temperatura e pode também estender o problema durante o restante do ciclo de desenvolvimento da cultura.

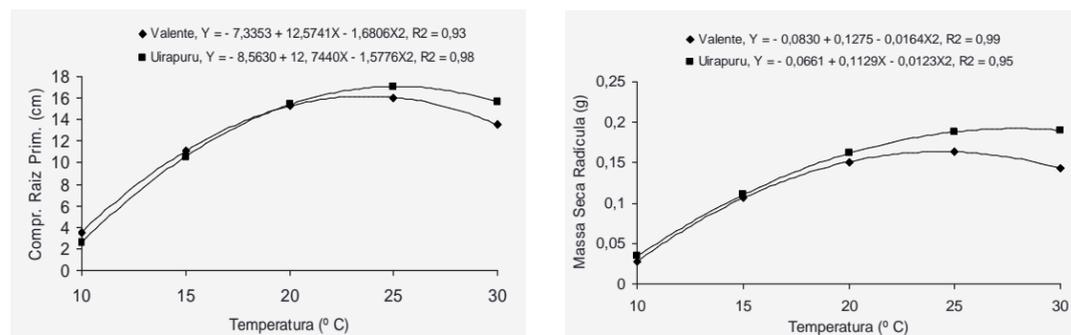


Figura 3 - Comprimento e massa seca da raiz primária, para as cultivares Valente e Uirapuru, nas diferentes temperaturas. Santa Maria/RS, 2006.

O comprimento do hipocótilo da cultivar Valente foi inferior a um centímetro na menor temperatura, atingindo o crescimento máximo próximo a 25 °C (figura 4). Para a massa da matéria seca do hipocótilo (figura 4), observou-se comportamento inverso, onde a maior massa seca ocorre na menor temperatura e a menor na temperatura mais elevada, devido ao fato de quem nas menores temperaturas existe menor taxa de crescimento e, conseqüentemente, menor gasto das reservas disponíveis nos cotilédones (contribuindo em maior magnitude para a massa seca). Na figura 5, o comprimento do hipocótilo da cultivar Uirapuru não foi observado na menor temperatura (10 °C). O valor máximo para comprimento de hipocótilo foi observado em torno de 25 °C. As variações observadas na massa seca do hipocótilo para a cultivar Uirapuru foram semelhantes à

Valente (figura 5). Em ambos os casos, as baixas temperaturas afetaram significativamente a elongação do hipocótilo. Nas condições de cultivo de safra para o Rio Grande do Sul, onde as baixas temperaturas ocorrem durante o início do período recomendado de semeadura, essa situação é problemática em função da temperatura durante o inverno, que acarretam em temperatura do solo, em algumas circunstâncias, inferior ao mínimo necessário para germinação ou elongação do hipocótilo. O comportamento inverso da massa da matéria seca do hipocótilo revela que a semente praticamente não alterou seu estado inicial, não gastando energia para desenvolver novas estruturas. Na medida em que a temperatura aumenta, existe incremento no comprimento do hipocótilo e conseqüente decréscimo nos valores de massa da matéria seca.

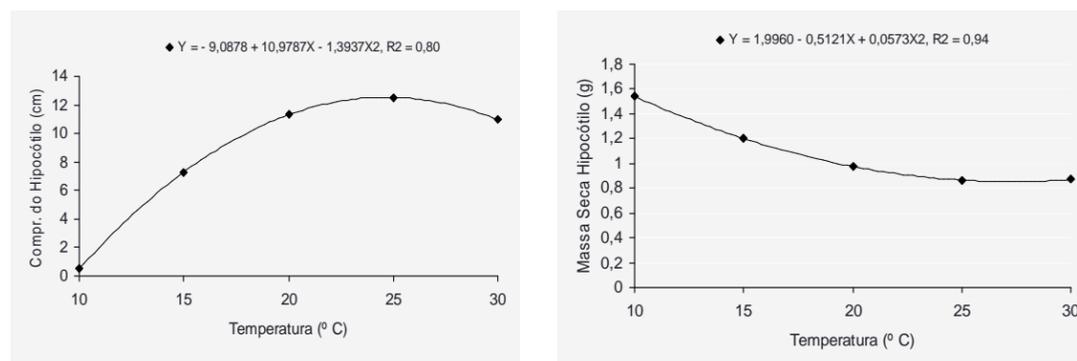


Figura 4 - Comprimento e massa da seca do hipocótilo da cultivar Valente nas diferentes temperaturas. Santa Maria/RS, 2006.

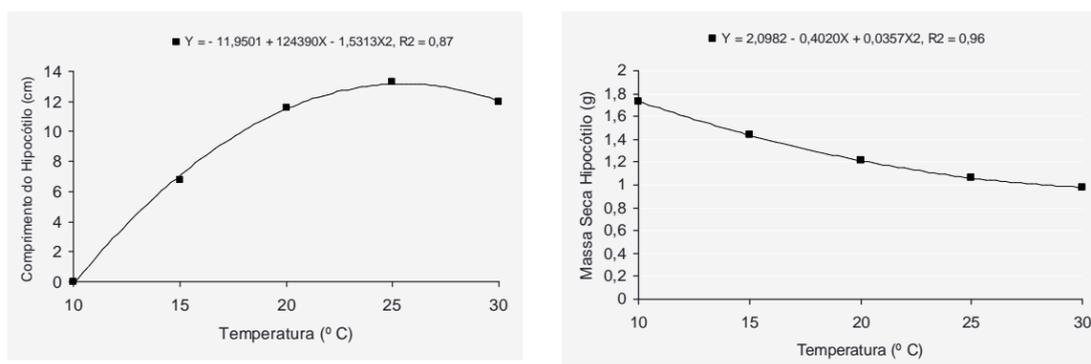


Figura 5 - Comprimento e massa da seca do hipocótilo da cultivar Uirapuru nas diferentes temperaturas. Santa Maria/RS, 2006.

Face ao exposto, para a semeadura do feijoeiro, o produtor obedece a critérios estabelecidos pelo zoneamento agroclimático da cultura, o qual contempla características de cada região, como por exemplo, tipo de solo, distribuição das precipitações e temperatura do ar. Porém, a temperatura do solo não é considerada para fins de indicação de época de semeadura, sendo que essa influencia diretamente o processo germinativo e na alongação do hipocótilo, interferindo no estabelecimento da lavoura e consequentemente no desempenho agrônomo da cultura.

## CONCLUSÕES

A cultivar Uirapuru apresenta desempenho inferior à Valente, nas menores temperaturas, enquanto que nas maiores ocorre o inverso.

A qualidade fisiológica de sementes interfere no desenvolvimento de plântulas.

As baixas temperaturas afetam negativamente a germinação e alongação do hipocótilo.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Normais climatológicas obtidas com os dados de período 1961-1990. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME), 1992a. 84p.
- BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNPV/CLAV, 1992b. 365p.
- CARNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R; MALUF, J.R.T.; et al. Temperaturas máximas prejudiciais ao feijoeiro no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.5, p.1019-1026, 2005.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 429p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA EM FEIJÃO. **Feijão: indicações técnicas para o cultivo no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: UPF, 2003. 149p.
- GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. (Eds.). **Common beans: research for crop improvement**. Wallingford: CAB/CIAT, 1991. p.7-53.
- JAUER, A. **População de plantas na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado na safrinha**. Santa Maria. 2002. 164f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria.
- JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; LUCCA FILHO, O.A.; et al. Análise de crescimento do cultivar de feijão Iraí em quatro densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.10, n.1-2, p.23-33, 2004.
- JAUER, A. **População de plantas e a ocorrência de moléstias no feijoeiro comum**. Santa Maria. 2005. 165f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria.
- MAGUIRRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.
- MARCO FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.110-119, 2004.
- SIQUEIRA, E.C.; FRAGA, A.C.; OLIVEIRA, J.A. Avaliação da embebição e do comportamento da germinação de sementes de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em baixa temperatura. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.4, p.351-356, 1995.
- STORCK, L.; LOPES, S.J. **Experimentação II**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006. 205p.
- THOMAZ, L.F. **População de plantas para feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) na safrinha em Santa Maria-RS**. Santa Maria. 2001. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria.
- ZABOT L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; et al.. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha, em quatro densidades de semeadura, em Santa Maria/RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.2, p.105-115, 2004.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores: SANEST**. Pelotas: UFPel, 1986. 145p.