



Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimenta longa

Francisco Pacheco Júnior¹, Josué Bispo da Silva², Jacson Rondinelli da Silva Negreiros³, Charline Zaratín Alves⁴ & Marco Antônio Camillo de Cavalho⁵

¹Prefeitura Municipal de Rio Branco, Rio Branco, AC.

²Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC. E-mail: josuebispo@bol.com.br (Autor correspondente).

³EMBRAPA Acre, Rio Branco, AC.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, MS.

⁵Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT.

Palavras-chave:

Piper hispidinervum C. DC.
qualidade fisiológica
envelhecimento acelerado

RESUMO

O potencial ambiental e econômico da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) exige o desenvolvimento de metodologias para garantir o sucesso das etapas de produção, armazenamento, comercialização e análise das sementes. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) por meio de diferentes testes e do envelhecimento acelerado. As sementes foram colhidas em quatro diferentes plantios comerciais e avaliadas quanto ao teor de água (%), germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP%), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA 41 e 45 °C, por 24, 48, 72 e 96 horas). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema simples para G, IVG, EP e IVE, e fatorial 4 x 4 (lotes e períodos) em cada temperatura para o EA. O potencial fisiológico de sementes de pimenta longa pode ser avaliado pelos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas e envelhecimento acelerado a 41 °C durante 24 horas.

Key words:

Piper hispidinervum C. DC.
physiological potential
accelerated aging

Physiological assessment of long pepper seeds

ABSTRACT

The environmental and economic potential of long pepper (*Piper hispidinervum*) requires the development of methodology to evaluate seed potential physiological. The work aimed to evaluate the physiological potential of long pepper seeds (*Piper hispidinervum* C. DC.) through different tests and accelerated aging. Seeds were harvested in four different commercial planting and evaluated to water content (%), germination (G%), germination speed index (GSI), seedling emergence (SE%), emergence rate index (ERI) and accelerated aging (AA 41 and 45 °C during 24, 48, 72 and 96 hours). The experimental design was completely randomized with a simple scheme for G, GSI, SE and ERI, and 4 x 4 factorial (lots and times) at each temperature for AA. Physiological potential of long pepper seeds can be evaluated by germination test, germination speed index, seedling emergence, seedlings emergence speed index and accelerated aging at 41 °C during 24 hours.

Introdução

O potencial fisiológico de sementes de diversas espécies tem sido avaliado, predominantemente, pelo teste padrão de germinação que, por ser realizado em condições controladas, proporciona o máximo desempenho germinativo (Marcos Filho, 2005). Entretanto, em campo as sementes quase sempre são expostas a condições ambientais inadequadas ao processo germinativo, fazendo com que a

porcentagem de plântulas emergidas nesse local seja, não raramente, inferior à obtida em laboratório (Vanzolini et al., 2007).

O uso de procedimentos para avaliar o vigor de sementes tem como objetivo básico identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e dentro de padrões comercializáveis, ou seja, eles devem permitir distinguir, com eficácia, os lotes que apresentam menor ou maior probabilidade de bom

desempenho em campo ou após determinado período de armazenamento, sendo recomendado, para tanto, o uso de um ou mais testes pelo fato de que eles avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes (Marcos Filho, 2005). Entre os testes de vigor frequentemente utilizados em pesquisas com sementes estão o índice de velocidade de germinação, a emergência de plântulas e o índice de velocidade de emergência

A velocidade de desenvolvimento é um dos parâmetros mais utilizados para determinação do vigor de sementes, principalmente o índice de velocidade de germinação, que presume existir uma relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes. Esse índice é calculado a partir dos dados de contagem de plântulas germinadas no teste de germinação e permite estabelecer as diferenças na velocidade de germinação de lotes de sementes (Nakagawa, 1999).

O teste de emergência de plântulas considera que sementes que propiciam maior percentual de emergência em condições não controladas são mais vigorosas (Nakagawa, 1999). Já o índice de velocidade de emergência segue o mesmo princípio do índice de velocidade de germinação, ou seja, as plântulas originadas de sementes mais vigorosas emergirão mais rapidamente.

O teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido para estimar o potencial de armazenamento, mas as possibilidades de utilização deste teste incluem ainda a classificação de lotes quanto ao vigor e auxílio em programas de controle de qualidade. Seu princípio baseia-se no fato de que sementes de maior vigor são mais tolerantes às condições adversas de alta umidade relativa do ar e temperatura, apresentando maior valor de germinação que as menos vigorosas (Delouche & Baskin, 1973). Esse teste fornece também informações confiáveis sobre o potencial de emergência das plântulas em campo (Marcos Filho, 1999b).

O período de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado ainda não está determinado para todas as espécies; períodos muito longos podem criar condições muito drásticas,

capazes de dificultar ou impedir a detecção de diferenças significativas de qualidade entre os lotes, o que torna necessário estudos para identificar o tempo de condução do teste (Spinola et al., 1998; Marcos Filho, 1999b). A temperatura, fator que exerce influência significativa sobre o grau de deterioração das sementes, também necessita de estudos para cada espécie, pois a resposta depende do genótipo, do teor de água da semente, do período e da interação entre esses fatores (Marcos Filho, 1999b).

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC. - PIPERACEAE) apresenta alto teor de safrol (88%) em seu óleo essencial, cujos principais subprodutos são a heliotropina, amplamente utilizada como fragrância, e o butóxido de piperonila, ingrediente essencial para inseticidas biodegradáveis (Almeida, 1999; Rocha & Ming, 1999). Entretanto, até o momento, a maioria das pesquisas têm focado na colheita e processamento da biomassa e, por tratar-se de uma espécie ainda em processo de domesticação, não há conhecimento suficiente para o manejo e a análise das sementes, havendo poucos trabalhos sobre as condições ideais para avaliação da germinação e do potencial fisiológico das sementes, como Almeida (1999), Bergo et al. (2010) e Pacheco Junior et al. (2013) que avaliaram a influência de luz e temperatura sobre a germinação e a velocidade em que ela ocorre, e o tratamento de sementes (Américo et al., 2011).

O monitoramento da capacidade germinativa assume papel fundamental para garantir o sucesso das etapas de produção, armazenamento e comercialização das sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial fisiológico de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) por meio de diferentes testes e do envelhecimento acelerado.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes e Mudas Nativas da Fundação de Tecnologia do estado do Acre - FUNTAC e no Laboratório de Morfogênese e Biologia Molecular do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizadas no município de Rio Branco, AC.

Foram utilizados quatro lotes de sementes, colhidas em diferentes plantios comerciais ainda nas espiguetas, assim que adquiriram a coloração preta, indicando a maturidade fisiológica. Após a colheita, as espiguetas foram imersas em água por um período de 24 horas e, na sequência, submetidas à maceração em peneira de crivo 0,589 mm, lavadas em água corrente para remoção da mucilagem e colocadas para secar sobre folhas de papel jornal (Pimentel, 2001), em temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C.

Após a homogeneização e obtenção da fração de sementes puras, estas foram armazenadas em recipientes de vidro tampados e mantidas em refrigerador doméstico até o início do experimento.

O teor de água das sementes de cada lote foi determinado pelo método da estufa (105 ± 3 °C por 24 horas), conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), antes e após o envelhecimento, por meio de duas subamostras de 0,31 g de sementes, quantidade suficiente para cobrir o fundo das cápsulas de alumínio, sem sobreposição de camadas. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A qualidade inicial dos lotes foi avaliada por meio dos testes de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP%) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Para a realização do teste de germinação, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas em caixas plásticas tipo gerbox (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) sobre uma folha de papel filtro umedecido com água deionizada na proporção de três vezes a massa do papel não hidratado. Após a distribuição equidistante sobre o papel, as sementes foram mantidas em germinador tipo BOD, regulado para manter a temperatura de 30 °C com luz durante 24 horas (Pacheco Junior et al., 2013). Diariamente foram computadas as plântulas normais, ou seja, aquelas que apresentaram raiz primária, caulículo e plúmula totalmente desenvolvidos, desde o 1° até o 30° dia após a instalação do teste. O cálculo da

porcentagem de germinação seguiu modelo proposto por Labouriau & Valadares (1976).

O índice de velocidade de germinação, teste conduzido paralelamente ao de germinação, foi obtido para cada subamostra, somando-se o número de sementes germinadas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias transcorridos desde a semeadura (Nakagawa, 1999), dados que geraram um índice de vigor, conforme proposto por Maguire (1962).

No teste de emergência de plântulas a semeadura ocorreu em bandejas de polipropileno (Isopor®) de 200 células, utilizando-se o substrato areia lavada e aquecida em estufa (120 °C por 30 minutos), onde foram semeadas quatro repetições de 50 sementes de cada lote. As bandejas foram mantidas à sombra e receberam suplementação hídrica diariamente, com aproximadamente 350 mL de água em cada bandeja, pela manhã. As avaliações ocorreram durante o período de trinta dias e foram consideradas como emergidas as plântulas cujo primeiro par de folhas estava totalmente aberto no momento da avaliação. O cálculo da porcentagem de plântulas emergidas seguiu a mesma metodologia do teste de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

O índice de velocidade de emergência, teste conduzido paralelamente ao de emergência de plântulas, foi obtido para cada subamostra, somando-se o número de plântulas emergidas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias transcorridos desde a semeadura (Nakagawa, 1999), dados que geraram um índice de vigor, conforme proposto por Maguire (1962), seguindo a mesma metodologia para o cálculo do índice de velocidade de germinação.

No teste de envelhecimento acelerado, uma porção de sementes de cada lote, em quantidade suficiente para cobrir a superfície da tela de aço inox, foi disposta em camada única sobre a superfície de uma tela revestida com tecido poroso, dentro de uma caixa plástica de germinação tipo gerbox, contendo 40 mL de água deionizada. As caixas foram tampadas e colocadas em câmara tipo BOD, a 41 e 45 °C por 24, 48, 72 e 96 horas. Decorrido esses períodos, foi

instalado o teste de germinação, conforme descrito anteriormente (Marcos Filho, 1999b).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema simples para G, IVG, EP e IVE. No EA a análise foi feita separadamente para cada temperatura, em esquema fatorial 4 x 4 (lotes e períodos). Os dados expressos em porcentagem foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk e, por não apresentarem normalidade dos resíduos, foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$, mas os dados apresentados não passaram por transformação. As médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o programa estatístico Assistat. Os resultados referentes ao teor de água não foram submetidos à análise estatística.

Resultados e Discussão

O teste de germinação destacou a superioridade dos lotes 1, 2 e 3 em relação ao lote 4, resultado também verificado pelo índice de velocidade de germinação (Tabela 1). Pelo teste de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, no entanto, apenas o lote 2 foi considerado superior, os lotes 1 e 3 foram classificados como intermediários, enquanto o lote 4 manteve-se inferior.

A inferioridade do lote 4 pode ter ocorrido porque a resposta germinativa de uma semente é resultante da ação conjunta do ambiente, do genótipo, do próprio vigor das sementes que constituem o lote e da interação entre esses fatores, sendo essa interação responsável pelas diferenças de sensibilidade dos genótipos ou dos lotes às variações ambientais (Rocha & Vello, 1999). A diferença de resposta dos lotes aos testes aplicados é atribuída ao fato de que foram produzidos em locais diferentes, podendo ter sido submetidos a condições de pré-colheita distintas. Esse mesmo raciocínio pode ser usado para justificar o comportamento do lote 2 na emergência de plântulas, o qual provavelmente é originário de um plantio submetido a condições ambientais ideais durante a fase de pré-formação das sementes e que se manifestaram de forma positiva no ambiente onde foi conduzido o teste de emergência.

Houve sensível redução na germinação das sementes no teste de emergência de plântulas, em comparação aos resultados do teste de germinação. Isso ocorre porque no teste de germinação as condições ambientais indispensáveis ao processo germinativo, tais como temperatura, umidade e luminosidade, são altamente favoráveis, ao passo que em campo ou casa de vegetação as condições quase sempre estão aquém das necessidades do embrião.

Nesse sentido, Carvalho & Nakagawa (2012) explicam que a capacidade de germinação de um lote de sementes é determinada pela proporção das que podem produzir uma plântula normal sob condições favoráveis, como no teste de germinação. Entretanto, lotes considerados semelhantes quando avaliados por esse teste podem ter comportamento diferente na avaliação a campo e essa diferença se dá porque as primeiras alterações no metabolismo associadas à deterioração ocorrem antes que seja observado declínio na capacidade de germinação (Ribeiro, 1999). Por isso que o teste de germinação não permite detectar o progresso da deterioração das sementes, mas indica apenas os estádios finais do processo (Marcos Filho, 1999a).

O teor de água inicial das sementes variou de 17,2% a 18,4% para as duas temperaturas, com maior valor para o lote 4 (Figura 1), uma amplitude de 1,2 pontos percentuais, variação inferior ao máximo (2%) para a obtenção de resultados confiáveis em testes de vigor (Marcos Filho, 1999a).

O resultado dos lotes 1, 2 e 3 discorda de Pimentel (2001), segundo o qual as sementes de pimenta longa com teor de água abaixo ou acima de 14% têm a germinação reduzida para menos de 80%; nesse caso, apenas no lote 4 a germinação foi inferior a esse valor (79%) (Tabela 1).

Na temperatura de 41 °C a umidade das sementes de todos os lotes, cuja média inicial foi de 17,8%, subiu para 19,0%, 21,5% e 22,3% nas primeiras 24, 48 e 72 horas, respectivamente, e praticamente estabilizou após esse último período, atingindo 22,5% com 96 horas. A 45 °C houve um incremento mais intenso e uma maior variação no teor de água entre os lotes. Nas primeiras 24 horas houve aumento nos lotes 3 e 4, cujos valores médios

Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimenta longa

subiram inicialmente de 17,6% para 18,5%, diferentemente dos lotes 1 e 2, que chegaram a 21,4% nesse mesmo período. Entre 24 e 48 horas a umidade das sementes atingiu 23,5%, 22,8% e 20,2% nos lotes 1, 3 e 4, respectivamente, e a do lote 2 manteve-se estável em 21,4%. No intervalo entre 48 e 72 horas, a umidade dos lotes 1 e 3 foi reduzida em aproximadamente um ponto percentual, enquanto a dos lotes 2 e 4 subiu para 23,4% e 23,6%. Após 72 horas o decréscimo continuou nos lotes 1 e 3 e também foi verificado nos lotes 2 e 4, de tal forma que com 96 horas a umidade ficou em 21,1% nos lotes 2, 3 e 4 e em 20% no lote 1. A oscilação no teor de água na temperatura de 45 °C indica inconsistência dos resultados.

Os resultados apresentados na Figura 1, principalmente na temperatura de 41 °C, confirmam o caráter higroscópico de sementes dessa espécie, ou seja, demonstram a influência da associação entre temperatura e umidade relativa do ar sobre o teor de água das sementes.

Sementes de pimenta longa são de tamanho reduzido, apresentando massa de 0,143 g para cada mil sementes (Araújo et al., 2003). O teste de envelhecimento acelerado pode levar a resultados pouco consistentes para espécies de sementes pequenas, uma vez que estas absorvem água mais rapidamente, resultando num grau de deterioração mais acentuado e redução mais drástica da germinação (Spinola et al., 1998), principalmente em temperaturas mais elevadas, como 45 °C. Além disso, a variação na massa de sementes colocada para envelhecer pode ter contribuído para interferir nos resultados.

Tabela 1. Germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*).

Lotes	G	IVG	EP	IVE
1	91a	3,5a	31bc	2,7bc
2	89a	3,2a	56a	5,9a
3	92a	3,4a	34b	3,1b
4	79b	2,7b	14c	0,9c
C.V. (%)	6,5	4,1	9,3	13,4

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

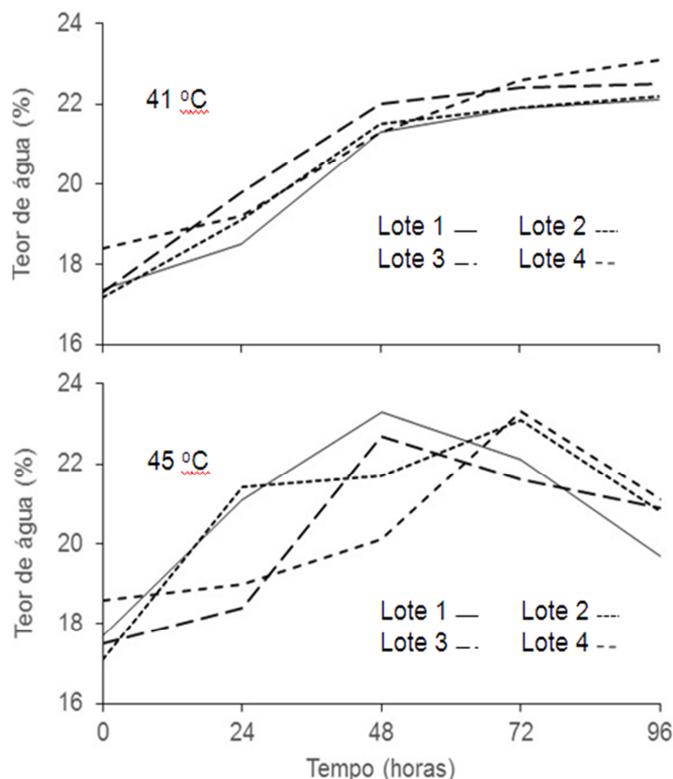


Figura 1. Teor de água dos lotes 1, 2, 3 e 4 de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*), antes e após os períodos e temperaturas de condicionamento no teste de envelhecimento acelerado.

Na temperatura de 41 °C do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2) houve uma redução considerável na germinação das sementes em relação ao teste inicial (Tabela 1) a partir de 24 horas, com valores de 60, 59, 79 e 77 pontos percentuais menores para os lotes 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2. Envelhecimento acelerado (% plântulas normais) em sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) a 41 e 45 °C, nos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas.

Lotes	41 °C				45 °C			
	24h	48h	72h	96h	24h	48h	72h	96h
 %							
1	30aA	23aA	11aB	10aB	5a	-	-	-
2	29aA	19aA	10abB	7abB	3b	-	-	-
3	10bB	19aA	4bcC	4abC	1c	-	-	-
4	11bA	7bAB	3cB	1bB	-	-	-	-
C.V. (%)	21,0							

Médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha em cada temperatura separadamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. -: não houve germinação.

A germinação decresceu nos lotes 1 e 4 a partir de 72 horas, no lote 2 a partir de 48 horas e no lote 3 houve aumento entre 24 e 48 horas mas decréscimo após esse intervalo. Verifica-se que o lote 4 apresentou o maior teor de água no início do teste (18,4%) e no último período de avaliação (23,1%) (Figura 1), indicando que este pode estar em um grau mais acentuado de deterioração de suas membranas celulares, o que levou à redução mais intensa da germinação, na emergência de plântulas e na velocidade com que esses processos ocorrem, conforme demonstrado na Tabela 1.

A temperatura de 45 °C foi mais drástica às sementes, resultado que era esperado, considerando que temperaturas mais elevadas são potencialmente mais estressantes às mesmas. Nessa temperatura, a germinação, embora em baixos percentuais, ocorreu apenas no período de 24 horas, para os lotes 1, 2 e 3. Nos outros períodos a germinação foi completamente nula nas sementes de todos os lotes, razão pela qual a comparação foi feita apenas entre lotes no período de 24 horas.

No teste de envelhecimento acelerado as sementes são submetidas a condições de alta umidade relativa do ar e temperatura. A umidade relativa do ar tem estreita relação com o teor de água da semente, que por sua vez, governa a ocorrência dos diferentes processos metabólicos durante a germinação da mesma, ao passo que a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos e

interfere, de forma indireta, sobre o teor de água das sementes, contribuindo também, quando em valores elevados, para a aceleração do processo respiratório (Carvalho & Nakagawa, 2012).

Além disso, as altas temperaturas ocasionam perda de material intracelular por desnaturar as proteínas e alterar a permeabilidade das membranas, diminuem o suprimento de aminoácidos livres, a síntese protéica e as reações anabólicas, causando ainda alterações enzimáticas, pela condição fisiológica da semente ou pela insolubilidade do oxigênio nessas condições, aumentando suas exigências (Marcos Filho, 2005). Esses problemas serão maiores quanto maior for a temperatura ou o período de condicionamento. Assim, essa relação entre teor de água, temperatura e desempenho germinativo das sementes foi verificada (Figura 1 e Tabela 2).

As combinações 41 °C/24h e 41 °C/48h do teste de envelhecimento acelerado não classificaram os lotes exatamente como ocorreu nos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (Tabela 1), mas também destacaram os lotes 2 e 4 como sendo de alto e baixo vigor, respectivamente.

Mesmo que os resultados não tenham sido consistentes, considerando que se trata de uma espécie ainda em domesticação, o teste de envelhecimento acelerado, conduzido na temperatura

de 41 °C durante 24 ou 48 horas, apresenta potencial para ser adotado como um teste para avaliar o potencial fisiológico de sementes de pimenta longa. O condicionamento por 24 horas, no entanto, apresenta a vantagem adicional de redução do tempo de condução do teste, fator de reconhecida importância dentro do dinâmico sistema de produção de sementes e mudas.

Conclusões

Considerando as condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que o potencial fisiológico de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) pode ser avaliado por meio dos testes de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado a 41 °C durante 24 horas.

Referências

- ALMEIDA, M.C. **Banco de sementes e simulação de clareiras na germinação de Pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.)**. 1999. 60f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- AMÉRICO, F.K.A.; BARBOSA, J.C.R.C.M.; CURTI, C.C.S.; NEGREIROS, J.R.S.; CARREGARO, J.B.; BOVERI-JOSÉ, S.C.B. Estudo de parâmetros para realização de teste de germinação de sementes em duas espécies do gênero *Piper*: *Piper hispidinervum* C. DC. e *Piper aduncum*. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Brasília, v.15, n.2, p.33-45, 2011.
- ARAÚJO, J.S.; MENDONÇA, H.A.; SOUSA, J.A.; BASTOS, R.M. Caracterização e avaliação da coleção de pimenta longa da Embrapa Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2, 2003, Porto Seguro. Melhoramento e qualidade de vida: **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003.
- BERGO, C.L.; SILVA, R.C.; OHLSON, O.C.; BIASI, L.A.; PANOBIANCO, M. Luz e temperatura na germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.3, p.170-176, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of *Calotropis procera* (Ait.) seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999a. p.1.1-1.21.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de vigor de sementes. Londrina: ABRATES, 1999b. p.3.1-3.24.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- PACHECO JUNIOR, P.; SILVA, J.B.; NEGREIROS, J.R.S.; SILVA, M.R.G.; FARIAS, S.B. Germination and vigor of long-pepper seeds (*Piper hispidinervum*) as a function of temperature and light. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.2, p.325-333, 2013.
- PIMENTEL, F.A. **Técnicas para colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 3p. (Comunicado técnico, 147).
- RIBEIRO, M.C. **Associação entre a qualidade fisiológica avaliada em laboratório e a emergência de plântulas de feijão, milho e soja em campo**. 1999. 58f. (Dissertação Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ROCHA, S.F.R.; MING, L.C. *Piper hispidinervum*: a sustainable source of safrole. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 1999. p.479-481.
- ROCHA, M.M.; VELLO, N.A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.69-81, 1999.
- SPINOLA, M.C.M.; CALIARI, M.F.; MARTINS, L.; TESSARIOLI NETO, J. Comparação entre métodos para

Avaliação do potencial fisiológico de sementes de pimenta longa

avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.301-305, 1998.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p.90-96, 2007.