

FRANCISCO PACHECO JÚNIOR



**TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Piper hispidinervum***

RIO BRANCO

2010

FRANCISCO PACHECO JÚNIOR

**TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Piper hispidinervum***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Josué Bispo da Silva
Co-orientador: Dr. Jacson Rondinelli da Silva
Negreiros

RIO BRANCO

2010

© PACHECO JÚNIOR, F., 2010.

PACHECO JÚNIOR, Francisco. **Temperatura e luminosidade na germinação de sementes de *Piper hispidinervum***. Rio Branco: UFAC, 2010. 59f.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

P116g	<p>Pacheco Júnior, Francisco, 1983 - Temperatura e luminosidade na germinação de sementes de <i>Piper hispidinervum</i> / Francisco Pacheco Júnior. -- Rio Branco: UFAC, 2010. 59f. ; 30 cm.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza da Universidade Federal do Acre. Orientador: Profº Drº Josué Bispo da Silva Co-orientador: Drº Jacson Rondinelli da Silva Negreiros Inclui bibliografia</p> <p>1. Pimenta longa - Potencial fisiológico. 3. Pimenta longa - Vigor e viabilidade. I. Título.</p> <p>CDD: 641.338.4 CDU: 664.51</p>
-------	--

Rio Branco – Acre

2010

FRANCISCO PACHECO JÚNIOR

**TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE *Piper hispidinervum***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 31 de agosto de 2010


Dra. Mariêne de Campos Almeida

UFAC

Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto

UFAC


Prof. Dr. Josué Bispo da Silva
UFAC
Orientador

RIO BRANCO
2010

Aos meus pais
Francisco Pacheco
Nailza Maria dos Santos Pacheco
Pelo apoio para vencer mais este desafio
Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida e por todas as coisas que me aconteceram durante esse período de lutas e vitórias e a dádiva de uma vida com saúde.

Aos meus pais Francisco Pacheco e Nailza Maria dos Santos Pacheco pelo amor, carinho, incentivo, apoio e paciência direcionados a mim por todos estes anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Josué Bispo da Silva pela confiança, paciência e amizade, dispensados a mim durante toda pesquisa e pelos valiosos ensinamentos transmitidos.

À Universidade Federal do Acre - UFAC pela oportunidade de realização do mestrado, em especial aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos repassados.

À Embrapa Acre, especialmente aos pesquisadores Dra. Andréa Raposo, Dra. Giselle Mariano Lessa de Assis, Dr. Rivadalve Coelho Gonçalves, por cederem um espaço em seus laboratórios para realização de algumas etapas deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa Acre, Dr. Jacson Rondinelli da Silva Negreiros por ceder às sementes, sem as quais não seria possível a realização deste trabalho e pela amizade, incentivo, ensinamentos e orientação.

A Msc. Renata Beltrão Teixeira pela amizade e orientações nos trabalhos de laboratório.

Ao Dr. Amauri Siviero pela amizade, apoio, ensinamentos e orientação.

À amiga Sirlley Braga pela ajuda na condução do trabalho, pela amizade e apoio.

Aos amigos Talita Balzon, Mirla Rose, Janiffe Peres, Bianca Scott, Marinei Simões, Hellen da Silva, Janaina, Ítalo, Jair e Liliane pela amizade, companheirismo, incentivo e momentos de alegria.

A Rejane Elize Muxfeldt Diretora do laboratório de Sementes e Micropropagação da FUNTAC, por ceder um espaço em seu laboratório para realização de etapas deste trabalho e toda sua equipe pela amizade, incentivo e apoio.

Aos membros da banca examinadora pela análise crítica deste trabalho bem como pelas valiosas sugestões apresentadas.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que fosse possível a realização do trabalho de pesquisa, a elaboração da dissertação e a conclusão deste curso.

RESUMO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) é considerada uma espécie promissora por apresentar a perspectiva de tirar o Brasil da condição de importador de safrol, importante óleo essencial usado como fixador de fragrâncias e com propriedades terapêuticas, tornando-se fornecedor para os mercados interno e externo. Na pimenta longa a parte rentável são as folhas e os ramos secundários, devido a concentração de óleo essencial, mostrando-se uma alternativa para atender à demanda do mercado mundial, preservando as florestas nativas e evitando a extração predatória. Na implantação de áreas destinadas à cultura da pimenta longa e a conseqüente produção de safrol, faz-se necessário a adoção de medidas de avaliação da qualidade fisiológica das sementes utilizadas na formação de mudas. O objetivo deste trabalho foi determinar as condições de temperatura e luminosidade para o teste de germinação em sementes de pimenta longa, de modo a permitir a máxima expressão da germinação e do vigor. O trabalho foi realizado na Fundação de Tecnologia do Acre – FUNTAC e no Laboratório de Biologia Molecular - LABMOL da EMBRAPA – ACRE. Foram utilizadas sementes de quatro lotes. As determinações constaram de: teor de água (105 ± 3 °C por 24 horas), germinação-TG (gerbox a 20, 25, 30 e 35 °C, na presença de luz, com foto período de 12 e 24 horas, as alternadas de 20-30 °C e 20-35 °C, com 12 horas de luz), índice de velocidade de emergência-IVE, índice de velocidade de germinação-IVG, emergência de plântulas-EP e desempenho das plântulas (comprimento da raiz-CR e da parte aérea-CPA, massa de matéria fresca-MMFP e seca-MMSP de plântulas). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10 (quatro lotes e dez combinações luz/temperaturas) para TG, IVE, IVG, CR, CPA, MMFP e MMSP, e em esquema simples para o EP. As temperaturas de 25 e 30 °C na presença da luz foram adequadas à germinação das sementes de pimenta longa, principalmente 30 °C com 24 horas de luz, que expressou os melhores resultados.

Palavras-chave: Pimenta longa. Potencial Fisiológico. Vigor. Viabilidade.

ABSTRACT

The long pepper (*Piper hispidinervum*) is considered a promising species for presenting the perspective of taking Brazil out of the condition of safrole importer, an important essential oil used as setting lotion of fragrances and containing therapeutic properties, what would make of this country a supplier for the internal and external markets. From the long pepper the profitable part are the leaves and the secondary branches due to the concentration of essential oil, presenting itself as an alternative to grant the world market demand, preserving the native forests and avoiding the predatory extraction. To provide the implantation of areas which are intended to be the long pepper cultivation and the consequent production of safrole, it's necessary the adoption of evaluation attitudes about the physiological quality of the seeds used for the formation of seedling. The object of this work is to determine the temperature and luminosity conditions to the test of germination of the long pepper seeds, permitting this way the maximum expression of the germination and vigor. The work was made at the Foundation of Technology of Acre – FUNTAC , and in the Laboratory of Molecular Biology – LABMOL of EMBRAPA – ACRE. They were used seeds of four batches. The determinations were: content of water ($105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 24 hours), germination-TG (gerbox a 20, 25, 30 e 35°C , in the presence of the light, with photo periods of 12 and 24 hours, the alternated of $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ and $20\text{-}35^{\circ}\text{C}$, with 12 hours of light), rate of emergency speed-RES, rate of germination speed-RGS, emergency of seedling -ES and the performance of the seedling (length of the root - RL and of the air part-LAP, mass of fresh and dry matter-MFM/MDM of seedling). The adopted experimental outline entirely made by chance, but not repeated, in factorial draft 4×10 (four batches and ten combinations light/temperature) to TG, RES, RGS, RL,LAP, MFM and MDM; and in a simple outline to the ES. The temperature of 25 and 30°C in the presence of the light were adjusted to the long pepper seeds germination, mainly 30°C with 24 hours of light, which showed the best results.

Key words: Long pepper. Physiological potential. Vigor. Feasibility.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Resumo da análise de variância para germinação (G %), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP %), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raízes (CR cm), comprimento da parte aérea (CPA cm), massa de matéria fresca (MMFP g) e massa de matéria seca de plântulas (MMSP g) formadas a partir de sementes de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes Lotes (L) em combinações de temperatura e luminosidade (TL) no teste de germinação.....	31
TABELA 2 -	Médias de germinação de sementes de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes e combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	33
TABELA 3 -	Médias de emergência de plântulas (EP) de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em casa de vegetação.....	36
TABELA 4 -	Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em casa de vegetação.....	37
TABELA 5 -	Médias do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	39
TABELA 6 -	Médias do comprimento do sistema radicular de plântulas de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	41
TABELA 7 -	Médias do comprimento da parte aérea de plântulas de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	42
TABELA 8 -	Médias de massa de matéria fresca (g) de plântulas de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	44
TABELA 9 -	Médias de massa de matéria seca (g) de plântulas de pimenta longa (<i>Piper hispidinervum</i>) de diferentes lotes sob combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	13
2.2 IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE	14
2.3 GERMINAÇÃO DA SEMENTE.....	16
2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	20
2.4.1 Avaliação do potencial fisiológico.....	21
2.4.2 Teste baseado no desempenho de plântulas.....	22
2.4.3 Índice de velocidade de germinação.....	23
2.4.4 Emergência de plântulas.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 OBTENÇÃO DE SEMENTES.....	25
3.2 TEOR DE ÁGUA.....	25
3.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA.....	26
3.3.1 Teste de germinação.....	26
3.3.2 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	27
3.3.3 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	28
3.3.4 Teste baseado no desempenho de plântulas.....	28
3.3.4.1 Comprimento da Raiz (CR).....	28
3.3.4.2 Comprimento da Parte Aérea (CPA).....	29
3.3.4.3 Massa de Matéria Fresca da Plântula (MFP).....	29
3.3.4.4 Massa de matéria Seca da Plântula (MSP).....	29
3.3.5 Teste emergência de plântulas.....	29
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal país dentre aqueles de megabiodiversidade, detendo em seu território entre 15% e 20% do número total de espécies do planeta. Apresenta a mais diversa flora do mundo, em número superior a 55 mil espécies descritas (22% do total mundial), bem como alguns dos ecossistemas mais ricos em número de espécies vegetais, como, a Amazônia, a Mata Atlântica e o Cerrado. A Floresta Amazônica brasileira, com mais de 30 mil espécies vegetais, compreende cerca de 26% das florestas tropicais remanescentes do planeta. Um grande número dessas espécies são usadas pelo ser humano como fonte de alimento, como matéria-prima para construção, fabricação de medicamentos ou uso como aromatizantes (BRASIL, 2009).

O Acre é considerado um estado tipicamente florestal, tendo grande parte de suas florestas pertencente a Unidades de Conservação como, Reservas Extrativistas, Reservas Indígenas, Florestas Nacionais e Reservas Biológicas, além de possuir vários projetos de assentamento extrativistas e de colonização. Diante desse quadro, seu desenvolvimento passa, necessariamente, pelo uso racional dos recursos naturais existentes na região e pelo desenvolvimento agroindustrial dos produtos da floresta. Devido a esses fatos, o interesse por questões ambientais e a pesquisa sobre espécies nativas têm aumentado consideravelmente, com maior ênfase para aquelas com interesse fitoquímico (WADT, 2001).

Uma espécie vegetal que tem despertado o interesse de empresários do ramo de fitoquímicos, com potencial para uso em indústrias de cosméticos e bioinseticidas é a pimenta longa (*Piper hispidinervum*). A pimenta longa é um recurso natural, encontrado no estado do Acre, de grande valor comercial devido ao alto teor de safrol em seu óleo essencial (ALMEIDA, 1999).

De acordo com Rocha e Ming (1999), a pimenta longa apresenta altos níveis do éter fenílico safrol (83-93%), podendo ser facilmente extraído por hidrodestilação das folhas e ramos finos. Os principais subprodutos obtidos a partir do safrol são a

heliotropina, amplamente utilizada como fragrância, e o butóxido de piperonila (PBO), um ingrediente essencial para inseticidas biodegradáveis.

Devido ao uso consagrado do safrol, têm sido crescente os estudos com a pimenta longa. Já estão sendo conduzidas pesquisas, especialmente na Embrapa Acre, para a implementação de sistemas de produção sustentáveis de pimenta longa, capazes de atender a demanda de mercados nacionais e internacionais (NUNES, 2004).

Na pimenta longa a parte rentável são as folhas e os ramos secundários, onde se concentra o óleo essencial. Até o momento, a maioria das pesquisas têm sido voltadas para o momento de colheita e o processamento da biomassa. No entanto, por tratar-se de uma espécie ainda em processo de domesticação, não há conhecimento suficiente para o manejo e análise das sementes, de modo a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos (LIMA et al., 2006). Há, também, necessidade de se obterem informações básicas sobre a germinação das sementes dessa espécie, visando sua utilização para os mais diversos fins.

As sementes devem receber atenção especial, uma vez que a qualidade desse insumo é fundamental para o sucesso da etapa de formação de mudas. Assim, para a implantação de áreas destinadas à produção de safrol a partir de pimenta longa, faz-se necessário a adoção de medidas para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

As sementes são de significativa importância, uma vez que sua qualidade é fundamental para o sucesso de qualquer espécie propagada sexuadamente, como é o caso da pimenta longa. O potencial fisiológico de sementes para fins de semeadura e comercialização tem sido avaliado pelo teste padrão de germinação que, por ser realizado em condições controladas, proporciona o máximo percentual de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Não há um teste padronizado para avaliar o potencial germinativo de sementes independente da espécie. O número de espécies que têm metodologia para avaliação de sementes recomendada ou sugerida é pequeno, particularmente das espécies da Região Amazônica (BRASIL, 2009; ALMEIDA, 1999; PIMENTEL,

2001). Em face dessa deficiência, avaliar a influência da temperatura e luminosidade sobre o processo germinativo é imprescindível ao estabelecimento de um protocolo confiável para o teste de germinação de sementes de pimenta longa em laboratório.

O objetivo desse trabalho foi determinar as condições de temperatura e luminosidade adequadas para o teste de germinação de sementes de pimenta longa, de forma a permitir que elas expressem todo o seu potencial de germinação e vigor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é um grande produtor de óleos essenciais. Na Amazônia, a maioria dos óleos essenciais é de interesse comercial desconhecido, extraído de plantas aromáticas silvestres de maneira rudimentar. A ocorrência de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) em populações nativas em diferentes regiões do Estado do Acre, associada à importância econômica da espécie e a inexistência de um protocolo para o teste de germinação de suas sementes, indicou a necessidade de se estudar as condições adequadas para o desenvolvimento do processo germinativo em condições de laboratório.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A espécie *Piper hispidinervum*, pertencente à família *Piperaceae*, apresenta porte arbustivo, caule com 2 a 7 metros de altura e presença de nódulos. Os ramos, do tipo não-pudescente, sustentam os pecíolos, cujo comprimento varia de 0,1 a 0,2 cm. As folhas são membranáceas ou cartáceas, levemente ásperas na face ventral, com formato oblongo-lanceoladas ou oblongo-elípticas, variando de 14,5 a 22,0 cm de comprimento e 4,7 cm de largura, com ápice acuminado a levemente cuspidado e base oblíqua a inequilátera. As espigas, de tamanho semelhante ao das folhas, com pedúnculos curtos, próximo a 1 cm de comprimento, são bractéolas-peltadas, com quatro estames sem anteras e três estigmas sésseis. As sementes, de tamanho reduzido (0,5 mm de diâmetro), exibem abscisão quando maduras e são dispersas pelo vento. As plantas dessa espécie apresentam teor de safrol que varia de 83% a 93%, característica importante para a produção e comercialização de óleo, em que há a preferência por teores acima de 90%. O rendimento de safrol pode chegar a 98,12% quando a espécie é manejada com tratamentos culturais adequados (SILVA; OLIVEIRA, 2000; SILVA, 2010).

2.2 IMPORTÂNCIA DA ESPÉCIE

A região amazônica é possuidora de incalculável riqueza natural, com qualidade que reivindica atenção da pesquisa tecnológica, de modo a transformá-la em produtos economicamente viáveis. Isto constitui um dos mais importantes fatores capaz de motivar o aproveitamento de matérias-primas regionais e o desenvolvimento econômico, quer pela utilização *in natura*, quer pela transformação industrial, gerando novos produtos para o consumidor.

Nos últimos anos tem-se buscado nessa região alternativas para a exploração agroindustrial, por meio de recursos florestais de alto valor comercial (PIMENTEL et al., 1998). Trabalhos desenvolvidos a partir da década de 1970 por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), resultaram em um amplo inventário das plantas aromáticas da Amazônia, onde estão relacionadas algumas espécies do gênero *Piper* (família PIPERACEAE) ricas em óleos essenciais (CAVALCANTE, 2002).

Entre essas espécies encontra-se a pimenta longa (*Piper hispidinervum* - PIPERACEAE) como um exemplo dessa nova realidade, despertando cada vez mais o interesse de empresas nacionais e internacionais processadoras de óleos essenciais. Esta ocorre naturalmente no Estado do Acre, nos municípios de Rio Branco, Senador Guimard, Plácido de Castro, Bujari, Porto acre, Acrelândia, Brasiléia e Assis Brasil (PIMENTEL et al., 1998).

A pimenta longa, embora ainda seja considerada pela maioria dos produtores como uma planta invasora de difícil controle nas áreas de agricultura de subsistência e de pastagens (AMARAL et al., 2000), apresenta valor comercial considerável para a produção de óleo essencial com alto teor de safrol, importante metabólito secundário usado pela indústria química na obtenção de heliotropina, amplamente utilizada como fragrância, e butóxido de piperonila, ingrediente imprescindível para inseticidas biodegradáveis à base de piretrum (PEREIRA et al., 2008).

Além do potencial produtivo da espécie em termos de óleo essencial, a exploração predatória em matas primárias da floresta atlântica para obtenção do

sassafrás, utilizado como principal fonte de safrol natural, foi proibida pelo governo brasileiro na década de 90. Atualmente o óleo essencial de sassafrás, importado da China e do Vietnã, é obtido da mesma forma destrutiva ocorrida no passado recente do Brasil e, com isto, suas reservas correm sério risco de se esgotar a curto e médio prazo (PIMENTEL et al., 1998). Dessa forma, *Piper hispidinervum* desponta como alternativa promissora para produção de safrol, visando atender à demanda do mercado mundial, preservando as florestas nativas e evitando a extração predatória.

Pesquisas com a pimenta longa vêm sendo conduzidas desde 1992 pela Embrapa, objetivando transformá-la em uma alternativa produtiva para a agricultura familiar na Amazônia por meio de um sistema de cultivo que agregue valor através do processamento primário no campo. A Embrapa-Acre, mais especificamente, vem realizando pesquisas com a espécie, como caracterização de germoplasma, manejo das populações naturais, controle fitossanitário, adubação, nutrição, colheita e processamento, avaliação química do safrol e seleção de progênies (REDETEC, 2002). No entanto, trabalhos para a avaliação do potencial fisiológico e a conservação das sementes são escassos.

O programa de melhoramento genético da pimenta longa tem como objetivo o desenvolvimento de variedades que possuam características agronômicas e industriais desejáveis para a produção de óleo essencial com alto teor de safrol (mínimo de 90% exigido pela indústria). Foram realizadas coletas de material genético representativo de populações naturais e instalados experimentos de testes de progênies e famílias de meios-irmãos, visando selecionar famílias e/ou indivíduos promissores para o desenvolvimento de variedades (CAVALCANTE, 2002).

Essas pesquisas têm aumentado a demanda por sementes de pimenta longa com as qualidades supracitadas, situação que fez a Embrapa Acre implantar um campo de produção de sementes com progênies previamente avaliadas e selecionadas quanto ao teor de safrol presente no óleo essencial. Tais progênies possuem teor de safrol acima de 90% no óleo essencial, de forma que os novos plantios comerciais produzam óleo essencial com o teor de safrol mínimo exigido pela indústria (CAVALCANTE, 2002).

Para a implantação de áreas destinadas à produção de safrol a partir de pimenta longa faz-se necessário a adoção de medidas destinadas à avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Para diversas espécies vegetais de interesse agrônomo e medicinal existem informações detalhadas sobre como realizar o teste padrão de germinação, constantes nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Entretanto, para a pimenta longa inexistem essas informações nas RAS, havendo poucos trabalhos de pesquisa encontrados na literatura sobre análise de sementes e as condições ideais para avaliação do potencial fisiológico (ALMEIDA, 1999).

Para que a preservação e o uso da espécie seja eficiente, a produção e armazenamento de suas sementes como forma de conservação *ex situ* assume papel fundamental e, nesse caso, há necessidade de monitoramento da capacidade germinativa dessas sementes (MELLO; BARBEDO, 2007), avaliando-se, também, o vigor.

2.3 GERMINAÇÃO DA SEMENTE

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula, enquanto para os tecnólogos de sementes é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (MACHADO et al., 2002).

O processo de germinação incorpora eventos que se iniciam com a absorção de água pela semente quiescente e termina quando uma parte do embrião, usualmente a radícula, se alonga. A temperatura e a luz são considerados fatores ambientais de fundamental importância no controle da germinação. A temperatura influi no processo de germinação especialmente por alterar a velocidade de absorção de água e modificar as velocidades das reações químicas que irão acionar

o desdobramento, o transporte de reservas e a ressíntese de substâncias para a plântula. A temperatura ótima para a maioria das espécies tropicais encontra-se entre 15 °C e 30 °C. Abaixo da temperatura ótima há redução da velocidade com que ocorre o processo, o que pode levar a uma redução no total da germinação (BORGES; RENA, 1993).

Para espécies florestais, em especial as nativas, as sementes apresentam germinação lenta, irregular ou nula, mesmo colhidas adequadamente e sob condições ambientais favoráveis à germinação, fato este inerente à fisiologia das sementes. Como durante a germinação ocorre uma seqüência de eventos fisiológicos que são influenciados pela temperatura e presença e/ou ausência de luz, torna-se imprescindível estudar a influência desses fatores para compreender o processo germinativo das espécies dos diferentes grupos ecológicos, pois em seu habitat natural, essas espécies apresentam diferentes graus de exigências desses recursos para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, de modo que a sensibilidade à luz e à temperatura encontra-se associada ao grupo ecológico ao qual a espécie pertence (FERREIRA et al., 2007),

Muitas sementes de essências florestais requerem regimes de temperatura específicos para germinar, devido à forte influência das características ecológicas e do habitat onde se encontra cada espécie florestal (SOUZA et al., 2007).

A temperatura ótima para a germinação pode variar em função da condição fisiológica da semente. Para uma mesma espécie, as sementes recém-colhidas necessitam de uma temperatura ótima diferente da verificada para as mais velhas. Isto porque a temperatura ótima vai se diferenciando e se tornando menos específica com a perda da dormência residual das sementes. Da mesma forma, o efeito da temperatura sobre a germinação pode sofrer influência da espécie e da região de origem e de ocorrência (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Normalmente, sementes de espécies de clima tropical germinam bem em temperaturas mais altas, ao contrário daquelas de clima temperado, que requerem temperaturas mais baixas. Para a maioria das espécies tropicais, a temperatura ótima de germinação encontra-se entre 15 e 30 °C e a máxima varia entre 35 e 40 °C (MACHADO et al., 2002). Existem ainda espécies cujo processo germinativo é

favorecido por alternância diária de temperatura, porém essa necessidade pode estar associada à dormência das sementes, embora a alternância de temperatura possa acelerar a germinação de sementes não dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Espécies como a craibeira (*Tabebuia áurea*) germinam igualmente tanto nas temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C, como nas alternadas de 20-30 °C e 20-35 °C (PACHECO et al., 2008).

O efeito da temperatura é variável com a espécie e está relacionado com o adequado desenvolvimento da planta, influenciando na absorção de água pela semente e nas reações bioquímicas que regulam o processo de germinação e crescimento (LOPES et al., 2005). Portanto, os limites da temperatura de germinação fornecem informações de interesses biológico e ecológico, auxiliando os estudos ecofisiológicos e de sucessão vegetal (FIGLIOLIA et al., 1993).

No processo de germinação ocorre uma série de atividades metabólicas baseadas em reações químicas e cada uma delas apresenta determinadas exigências quanto à luz e temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos complexos, cuja eficiência é diretamente relacionada à intensidade luminosa, temperatura e disponibilidade de oxigênio. A temperatura afeta a capacidade de germinação e a taxa em que esta ocorre. As sementes têm capacidade de germinar sob faixa de temperatura característica da espécie, mas o tempo necessário para ser alcançada a máxima porcentagem de germinação varia com a temperatura (MACHADO et al., 2002).

Segundo Marcos Filho (2005), a temperatura para a germinação não apresenta um valor específico, mas pode ser expressa em termos das temperaturas cardiais, isto é, mínima, máxima e ótima. A temperatura ótima é definida como sendo aquela em que ocorre o máximo de germinação em tempo relativamente curto.

O processo germinativo envolve várias etapas e cada uma exige determinada temperatura e exposição à luz para que se processe de maneira mais rápida e eficiente. Assim, os efeitos da temperatura e da luz sobre a germinação refletem apenas a consequência global, não havendo um coeficiente único que caracterize a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Segundo esses autores, em muitas

espécies a presença de luz favorece a germinação das sementes, enquanto em outras, o comportamento germinativo das sementes é melhor na ausência dela.

A luz nem sempre é fator limitante para a germinação de sementes (MONDO et al., 2008), mas sua presença pode contribuir para atenuar problemas causados pelo baixo potencial de água no solo e os efeitos de temperaturas superiores à ótima (MARCOS FILHO, 2005). Por meio das diferentes formas do fitocromo (phy), a semente pode perceber a luz de fluência muito baixa e ter sua germinação inibida pela luz branca de fluência alta (fitocromo A - phyA) ou, pela ação do fitocromo B (phyB), perceber a razão vermelho:vermelho extremo e ter a germinação promovida (GODOI; TAKAKI, 2005).

O fitocromo é o pigmento receptor responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente. O modo de ação desse pigmento depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) pode induzi-lo a assumir a forma ativa (FVe), promovendo a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto luz com baixa relação V/VE pode levá-lo a assumir a forma inativa (FV), impedindo a germinação (VIDAVER, 1980). Dessa forma, as variações ambientais são percebidas pelas sementes através das mudanças na qualidade da luz incidente, indicando se as condições presentes são favoráveis ou não ao desenvolvimento da planta a ser produzida (MONDO et al., 2008). Sementes de algumas espécies germinam com extensa exposição à luz, outras com breve exposição e outras se apresentam indiferentes à luminosidade; há ainda as que germinam somente no escuro (NASSIF et al., 1998).

A germinação está relacionada também com a qualidade de luz, sendo esta, durante a maturação da semente, um importante fator que influenciará o processo germinativo. Geralmente os fatores luz e temperatura têm efeito interativo sobre a germinação de sementes fotossensíveis (NASSIF et al., 1998). Portanto, estudar a influência dos fatores temperatura e luminosidade sobre a germinação é imprescindível ao estabelecimento de um protocolo confiável para avaliar o potencial germinativo de uma amostra de sementes de pimenta longa em laboratório.

A Embrapa vem realizando pesquisas em tecnologia de sementes de espécies florestais, como por exemplo, *Aegiphila sellowiana*, *Erythrina falcata*

Bentha, *Psidium cattleianum* Sabine, *Piper hispidinervum*, *Piper aduncum* entre outras 19 espécies, com o intuito de fornecer indicações para os testes de germinação de sementes, como temperatura, luminosidade, substrato, entre outros. Além de não constarem das regras para análise de sementes, na literatura são escassas as informações sobre a metodologia de testes de germinação de sementes florestais nativas, consideradas importantes para uso em projetos de revegetação ou espécies com potencial para exploração sustentável agroindustrial, não predando florestas nativas (MEDEIROS; ABREU, 2005).

2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste de germinação tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, cujo valor poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo. Para informação do agricultor e para propósitos legais e comerciais, é importante a uniformidade e a rapidez dos resultados de análise, devendo estas serem realizadas por métodos padronizados, servindo como base para a comercialização das sementes (VIEIRA, 2000).

A queda da viabilidade de uma população de sementes segue uma curva sigmóide. Assim, durante a primeira fase, que é mais longa, as sementes mantêm alto poder germinativo e poucas morrem; numa segunda fase, ocorre o declínio rápido da germinação e por final, poucas sementes permanecem vivas, embora sementes de um mesmo lote possam se encontrar em diferentes posições dessa curva, com diferentes graus de deterioração. Diante desses fatos, torna-se coerente o direcionamento do estudo de teste de germinação para comparação do potencial fisiológico, avaliando lotes de sementes com germinação semelhante (NASCIMENTO, 2009).

A realização deste teste em condições de campo não é geralmente satisfatória, pois, dada a variação das condições ambientais, os resultados nem

sempre podem ser fielmente reproduzidos. Deste modo, métodos de análise em laboratório, efetuados em condições controladas de alguns ou de todos os fatores externos, têm sido estudados e desenvolvidos de maneira a permitir uma germinação mais regular, rápida e completa das amostras de sementes de uma determinada espécie. Estas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pelas RAS (BRASIL, 2009).

2.4.1 Avaliação do potencial fisiológico

A qualidade das sementes é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade, seguido pelos tratamentos de pós-colheita (CANEPPELE et al., 1995).

O potencial fisiológico de sementes de diversas espécies para fins de semeadura e comercialização tem sido avaliado predominantemente pelo teste padrão de germinação que, por ser realizado em condições controladas, proporciona o máximo percentual de germinação (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).

Com o crescente avanço tecnológico verificado na agricultura nas últimas décadas, outros parâmetros do potencial fisiológico da semente passaram a ser estudados e, entre eles, os testes de vigor, capazes de avaliar o grau de deterioração das sementes. 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 eficiência os lotes que apresentem menor ou maior probabilidade de bom desempenho em campo ou após determinado período de armazenamento (VIEIRA et al., 1994; HAMPTON; TEKRONY, 1995; MARCOS FILHO, 2005).

Atualmente, ainda é pequeno o número de espécies que tem teste de vigor recomendado ou sugerido, particularmente para as sementes de espécies da Região Amazônica. Logo, recomenda-se que o vigor seja avaliado usando dois ou mais procedimentos diferentes, uma vez que se torna difícil para um único teste proceder a uma avaliação segura do potencial de desempenho de um lote sob condições de armazenamento ou no campo, seu ambiente definitivo.

2.4.2 Teste baseado no desempenho de plântulas

Os testes de vigor são empregados pelas empresas produtoras de sementes no controle interno de qualidade. Os que se baseiam no desempenho de plântulas são também classificados como testes fisiológicos, visto que procuram determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor das sementes. As duas associações mundiais que congregam tecnologistas de sementes, a AOSA – Association of Official Seed Analysts e a ISTA - International Seed Testing Association, recomendam os testes que avaliam o desempenho de plântulas (VANZOLINI et al., 2007).

Há laboratórios que empregam o teste de desempenho de plântulas para compor, junto com outros testes, um índice de vigor em sementes. Atualmente, os referidos testes estão sendo intensivamente empregados nos laboratórios de análise de sementes, por apresentarem as vantagens de não serem caros, de serem relativamente rápidos, não necessitarem de equipamentos especiais nem demandar treinamento específico sobre a técnica empregada (GUEDES et al., 2009).

O desempenho de plântulas pode ser mensurado através do comprimento e da massa de matéria seca das plântulas. Ambos são medidas de grandeza física (dimensão e massa, respectivamente) e independem de subjetividade do analista, tornando mais fácil a reprodutibilidade dos resultados. Isto ocorre desde que as condições e os procedimentos sejam bem definidos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Guedes et al. (2009), utilizando o teste baseado no desempenho de plântulas, de *Erythrina velutina*, concluíram que o comprimento de plântulas, ou de parte delas, fornecido pelo número de todas as sementes colocadas no teste, é mais sensível para classificar lotes com diferenças sutis de qualidade fisiológica, em comparação

com a forma tradicional de expressar o comprimento com base apenas no número de plântulas normais obtidas ao final do teste.

2.4.3 Índice de velocidade de germinação

Esse teste é baseado no princípio de que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosos. Assim, por meio deste teste determina-se o vigor avaliando a velocidade da germinação das sementes. A realização deste teste poderá ser feita em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras plântulas normais, até que o número destas se torne constante (NAKAGAWA, 1994; OLIVEIRA et al., 2009).

O índice de velocidade de germinação (IVG) é o somatório da razão entre o número de sementes germinadas no tempo, determinado por meio de fórmulas com os dados no teste de germinação, para se calcular a velocidade com que ela ocorre (FERNANDES et al., 2007). Os mesmo autores ao estudarem a germinação de *Araucaria angustifolia* observaram que, o índice de velocidade de germinação não seguiu a mesma tendência da percentagem de germinação entre os tratamentos. Por sua vez, Mondo et al. (2008), em seu trabalho com *Parapiptadenia rigida*, observaram que a percentagem e o índice de velocidade de germinação dos tratamentos não diferiram entre si, da mesma forma quando foram comparados os tratamentos com e sem luz à temperatura de 25 °C, confirmando que as sementes apresentam comportamento não fotoblástico, ou seja, a presença ou a ausência de luz não afetou o processo germinativo destas.

Em contrapartida aos resultados encontrados, a importância da presença de luz para a germinação das sementes de espécies florestais tem sido freqüentemente relatada por inúmeros autores (ANDRADE, 1995; VÁLIO; SCARPA, 2001; GODOI; TAKAKI, 2004; GODOI; TAKAKI, 2005). Scalon et al. (2009) ao trabalharem com sementes de *Campomanesia adamantium* Camb., observaram que nos testes de índice de velocidade de germinação e de crescimento de plântulas, ocorreu variação

significativa somente para o índice de velocidade de germinação, que foi maior quando a incubação foi realizada a 30 °C.

2.4.4 Emergência de plântulas

Esta avaliação parte do princípio que sementes que propiciam maior percentual de emergência no campo, ou seja, em condições não controladas, são mais vigorosas (FERNANDES et al., 2007). Este teste, se conduzido na época normal de semeadura da cultura, quando se trata de sementes de interesse agrônomo, fornecerá a capacidade do lote em estabelecer-se, dando subsídios necessários ao cálculo da quantidade de sementes a ser utilizada para obtenção de uma população ou estande de plantas desejável. Se conduzido em outra época, fora da normal de semeadura, poderá gerar resultados não exatamente iguais aos da referida época, mas mesmo assim, poderá fornecer subsídios úteis para comparação entre diferentes lotes (NAKAGAWA, 1994).

Guedes et al. (2009) avaliaram o teste de emergência de plântulas com sementes de *Erythrina velutina* em diferentes substratos, entre eles areia esterilizada em autoclave, cuja percentagem de emergência de plântulas foi de 88%. O substrato areia apresentou características desejáveis como baixa densidade, porosidade, boa aeração e drenagem evitando o acúmulo de umidade e esterilização (FERREIRA et al., 2010), tendo sido indicado para sementes de *Podocarpus lambertii* Klotzch Ex NDL (MEDEIROS; ZANON, 1998), *Peltophorum dubim* (Spreng) Taubert (PEREZ et al., 1999), *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson (MACHADO et al., 2002), *Hancornia speciosa* Gomes (NOGUEIRA et al., 2003), *Solanum sessiliflorum* Dunal (LOPES; PEREIRA, 2005) e de *Drimys brasiliensis* Miers (ABREU et al., 2005).

3 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, entre junho de 2009 e maio de 2010.

3.1 OBTENÇÃO DE SEMENTES

Foram utilizados 4 lotes de sementes colhidas 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 seqüência, submetidas à maceração em peneira de malha fina, lavadas em água corrente para remoção da mucilagem e colocadas para secar sobre folhas de papel jornal, em temperatura ambiente de laboratório (PIMENTEL, 2001).

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

3.2 TEOR DE ÁGUA

O teor de água das sementes de cada lote foi determinado pelo método da estufa ($105 \pm 3^{\circ}$ C por 24 horas), conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), por meio de duas subamostras de 0,31 g de sementes cada. Os resultados, expressos em porcentagem, foram calculados usando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

$$P - t$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA

A qualidade fisiológica foi avaliada por meio dos testes de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação e desempenho de plântulas.

3.3.1 Teste de germinação

Para a realização do teste de germinação, quatro subamostras de 50 sementes de cada lote foram colocadas em caixas plásticas de germinação (11,0 x 11,0 x 3,0 cm) sobre uma folha de papel de filtro umedecido com água deionizada na proporção de três vezes a massa do papel não hidratado. O papel de germinação e a água deionizada foram esterilizados em autoclave vertical (121 °C e 1 atm, por 30 minutos). Após a distribuição eqüidistante sobre o papel, as sementes foram mantidas em germinador tipo BOD, regulado para manter as temperaturas constantes de 20 °C, 25 °C, 30 °C e 35 °C, com luz durante 24 horas; 20 °C, 25 °C, 30 °C e 35 °C, com luz durante 12 horas, e alternadas de 20-30 °C e 20-35 °C, com 12 horas de luz. Diariamente foram computadas as plântulas normais, ou seja,

aquelas que apresentaram radícula, caulículo e plúmula, desde o 1º até o 30º dia após a instalação do teste. O cálculo da porcentagem de germinação seguiu modelo proposto por Labouriau e Valadares (1976).

$$G (\%) = \frac{N \times 100}{A}$$

Onde:

N = número de sementes germinadas; e

A = número total de sementes colocadas para germinar.

3.3.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)

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

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N_{1:n} = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ...n; e

D = número de dias para as plântulas emergirem.

3.3.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

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).

$$IVG = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

N_{1:n} = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ...n; e

D = número de dias para as plântulas germinarem.

3.3.4 Teste baseado no desempenho de plântulas

Para avaliar o desempenho de plântulas foram computadas apenas as plântulas normais, ao término da contagem final do teste de germinação, considerando o Comprimento da Parte Aérea, Comprimento de Raiz, Massa de Matéria Fresca e Seca de Plântulas.

3.3.4.1 Comprimento da raiz (CR)

Trinta plântulas de cada subamostra foram aleatoriamente selecionadas e tiveram o sistema radicular medido com auxílio de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros.

3.3.4.2 Comprimento da parte aérea (CPA)

Trinta plântulas de cada subamostra foram aleatoriamente selecionadas e tiveram a parte aérea medida com auxílio de um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros.

3.3.4.3 Massa de matéria fresca de plântulas (MMFP)

Após a determinação do comprimento do sistema radicular e da parte aérea, as trinta plântulas de cada subamostra foram acondicionadas em embalagens de papel kraft e tiveram a massa determinada em balança analítica de precisão (0,0001 g), com os resultados expressos em gramas.

3.3.3.4 Massa de matéria seca de plântulas (MMSP)

Após a determinação da massa fresca, trinta plântulas de cada subamostra foram acondicionadas em embalagens de papel kraft e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 24 horas, para atingirem massa constante, que foi determinada em balança analítica de precisão (0,0001 g). Os resultados foram expressos em gramas.

3.3.5 Teste emergência de plântulas

No teste de emergência de plântulas a semeadura ocorreu em bandejas de polipropileno (isopor[®]) de 200 células, utilizando-se o substrato areia tratada 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. As avaliações ocorreram durante o período de trinta dias e foram consideradas como emergidas as plântulas cujo hipocótilo estava

presente sobre o substrato no momento da avaliação. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10 (quatro locais e dez combinações temperatura/luminosidade) para os testes de germinação, velocidade de germinação, comprimento do sistema radicular, comprimento da parte aérea, massa de matéria fresca de plântulas e massa de matéria seca de plântulas, e em esquema simples para o teste de emergência de plântulas e de velocidade de emergência de plântulas. As médias de lotes e cada combinação temperatura/luminosidade foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro, através do programa estatístico Assistat. Os resultados referentes ao teor de água não foram submetidos à análise de estatística.

Considerando que nas combinações de 35 °C/12 horas de luz, 35 °C/24 horas de luz e temperatura alternada de 25 °C/12h de escuro – 35 °C/12h de luz não ocorreu a germinação das sementes, elas não foram incluídas na análise estatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de *P. hispidinervum*, apresentou valores próximos entre os lotes, com 18,4%, 17,4%, 17,2% e 17,3% para os lotes 4, 1, 2 e 3, respectivamente, valores superiores aos encontrados por Lucena et al. (2006) para sementes de *Ricinus communis* L. que registraram de 16,5 a 6,6% de umidade, enquanto Medeiros e Eira (2006) observaram que sementes de *Araucaria angustifolia* têm, em média, 46,3% de umidade.

Os resultados referentes à análise de variância para os parâmetros germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raízes (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa de matéria fresca de plântulas (MMFP) e massa de matéria seca de plântulas (MMSP) originadas de sementes de pimenta longa de diferentes lotes, submetidas a diferentes temperaturas e luminosidades estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que as sementes apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) para temperatura/luminosidade, lotes e para a interação entre esses fatores, exceto nos parâmetros massa de matéria fresca e massa de matéria seca de plântulas em relação aos lotes.

Conforme Bewley e Black (1994), a temperatura e a luminosidade afeta tanto a capacidade como a velocidade de germinação. As sementes germinam em uma determinada faixa de temperatura, característica para cada espécie, mas o tempo necessário para se obter a percentagem máxima de germinação é dependente da temperatura. As temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Em relação à emergência de plântulas (EP) e a velocidade de emergência (IVE), a comparação ocorreu apenas entre os lotes (L), que apresentaram diferença significativa. Observa-se ainda que a massa de matéria fresca (MMFP) e a massa de matéria seca de plântulas (MMSP) diferiram significativamente em relação à combinação temperatura/luminosidade (TL) e para a interação entre temperatura/luminosidade e os lotes (TL*L).

Isto pode ser explicado porque as condições oferecidas pelo teste de germinação, aliadas à qualidade fisiológica das sementes dos diferentes lotes, fez com que as mais vigorosas originassem plântulas com maior taxa de crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999). Mesmo as sementes sendo de diferentes lotes e, portanto, desenvolvidas em condições ambientais distintas, os lotes não apresentaram diferença significativos para massa de matéria fresca (MMFP) e massa de matéria seca de plântulas (MMSP).

TABELA 1- Resumo da análise de variância para germinação (G %), índice de velocidade de germinação (IVG), emergência de plântulas (EP %), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raízes (CR cm), comprimento da parte aérea (CPA cm), massa de matéria fresca (MMFP g) e massa de matéria seca de plântulas (MMSP g) formadas a partir de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes Lotes (L) em combinações de temperatura e luminosidade (TL) no teste de germinação.

F.V.	TL	L	TL * L
G	234,7**	121,0**	9,3**
IVG	972,6**	239,8**	15,3**
EP	-	14,1**	-
IVE	-	10,2**	-
CR	408,3**	30,4**	4,0**
CPA	397,8**	302,4**	7,2**
MMFP	385,8**	1,5ns	4,4**
MMSP	159,0**	0,9ns	2,2**

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$).

Os resultados do teste de germinação de sementes de *P. hispidinervum* são apresentados na Tabela 2. Nela não constam as combinações de 35 °C/12 horas de luz, 35 °C/24 horas de luz e temperatura alternada de 25 °C/12h de escuro – 35 °C/12h de luz, uma vez que a germinação nessas condições foi nula, motivo pelo

qual não constam nas tabelas. Esse resultado discorda da afirmação de Okusanya (1978), segundo a qual as sementes de espécies tropicais são tolerantes à alta temperatura, apresentando limite máximo igual ou superior a 35 °C, da mesma forma que Machado et al. (2002) consideram que a máxima varia entre 35 °C e 40 °C.

Segundo Marcos Filho (2005) a presença da luz pode contribuir para atenuar os efeitos de temperaturas superiores à ótima para o processo germinativo. Entretanto, essa atenuação não foi verificada na temperatura de 35 °C tanto em 12 como em 24 horas de luz.

As altas temperaturas desnaturam as proteínas e alteram a permeabilidade das membranas, ocasionando perda de material celular (HENDRICKS; TAYLORSON, 1976), diminuição do suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica e das reações anabólicas (RILEY, 1981). Do mesmo modo, Marcos Filho (2005) destacou que o efeito de temperaturas altas restringindo a germinação é explicado por alterações enzimáticas, pela condição fisiológica da semente ou pela insolubilidade do oxigênio nessas condições, aumentando suas exigências e acelerando a velocidade respiratória das sementes. Para Baskin e Baskin (1998), altas temperaturas podem também induzir a dormência em sementes quiescentes.

Em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth, a temperatura de 35 °C foi igualmente prejudicial ao processo germinativo (ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007), causando redução drástica da germinação também em *Tibouchina grandifolia*, *T. benthamina* e *T. moricandiana* (ANDRADE, 1995) e alterações na morfologia das plântulas de *Maquira sclerophylla* (MIRANDA; FERRAZ, 1999), que podem ser a formação de raiz primária pouco desenvolvida e com extremidade necrosada, pouca ou nenhuma raiz secundária, epicótilo atrofiado e eófilos reduzidos e/ou necrosados (ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2007).

Estudando o comportamento fisiológico de sementes de jangada-brava (*Heliocarpus popayanensis*), Mondo et al. (2008) verificaram que, no caso de sementes com dormência, temperaturas entre 33 e 35 °C foram favoráveis à protrusão da raiz primária devido ao enfraquecimento do tegumento das sementes, permitindo a absorção de água e o início do processo germinativo. Entretanto,

salientam que as vantagens de temperaturas mais elevadas serão percebidas desde que as sementes sejam submetidas a essa condição por apenas algumas horas ao dia, da mesma forma como se observa em clareiras na floresta. Caso contrário, o desenvolvimento normal da plântula pode ser prejudicado, resultando em morte.

TABELAS 2 – Médias de germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes e combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação temperatura/luminosidade	Lotes				Média
	1	2	3	4	
 %				
20°C/12h luz - 12h escuro	91Aa	77Bb	50Cc	59Bc	69B
20°C/24h luz	55Ba	20Cb	28Db	21Cb	31C
25°C/12h luz - 12h escuro	96Aa	89Aa	94Aa	72Ab	88A
25°C/24h luz	92Aa	92Aa	93Aa	74Ab	88A
30°C/12h luz - 12h escuro	98Aa	90Aa	92Aa	67ABb	87A
30°C/24h luz	93Aa	89Aa	94Aa	75Aa	88A
20°C/12h escuro - 30°C/12h luz	94Aa	89Aab	79Bb	59Bc	80AB
Média	88 a	78ab	76b	61c	-
C.V. (%)	7,21				
DMS coluna: 11,6					
DMS linha: 10,1					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Pela Tabela 2 observa-se que a germinação média das sementes de todos os lotes a 30 °C foi de 88%, com valores nulos a 35 °C. Tal sensibilidade à variação da temperatura é denominada termoinibição. Esse comportamento é semelhante ao descrito por Cantlife et al. (2000) em sementes de alface (*Lactuca sativa*), em que, se a temperatura variar 2 °C a 3 °C acima da ótima, as sementes podem não germinar; caso a temperatura retorne a níveis adequados, as sementes se tornam

aptas a reassumir o metabolismo em direção à germinação. Isso confirma que o processo germinativo envolve uma série de atividades metabólicas, durante as quais ocorre uma seqüência programada de reações químicas; cada uma dessas reações apresenta exigências próprias quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (MARCOS FILHO, 2005).

Os valores médios de germinação evidenciaram a superioridade das sementes do lote 1 (88%) em relação às do lote 3 (76%) e, principalmente, 4 (61%), enquanto as do lote 2 (78%) igualaram-se estatisticamente às do 1 e 3 (Tabela 2). Essa diferença pode ter ocorrido devido às diferentes condições ambientais e de manejo a que cada lote foi submetido, já que a região de origem das sementes e as atividades pré e pós-colheita podem influenciar na temperatura requerida para a germinação. O desempenho de um genótipo é a ação conjunta dele, do ambiente e da interação entre esses fatores, sendo que essa interação reflete as diferenças na sensibilidade dos genótipos às variações ambientais, resultando em alterações em seu desempenho (ROCHA; VELLO, 1999), já desde a germinação.

A germinação média de sementes de *P. hispidinervum* verificada entre os tratamentos evidencia que as temperaturas tanto de 25 °C como de 30 °C, na presença parcial ou total da luz, propiciaram maior expressão do potencial germinativo das sementes, com valores de 88%, 88%, 87% e 88%, respectivamente, enquanto os resultados inferiores ocorreram com as combinações de temperatura e luminosidade de 20 °C/12h de luz – 12h de escuro (68%) e, principalmente, 20 °C/24h de luz (31%). Observa-se, ainda, que a temperatura de 20 °C limitou o processo germinativo, embora não tão drasticamente quanto a de 35 °C.

As combinações que permitiram os melhores resultados para as sementes de *P. hispidinervum* de todos os lotes foram as temperaturas constantes de 25 °C/12h de luz - 12h de escuro, 25 °C/24h de luz e 30 °C/24h de luz. Essa capacidade de germinar sob diferentes condições ambientais pode ter conseqüências úteis, pois pelo menos algumas sementes devem germinar, qualquer que seja a condição do

ambiente onde elas se encontram (WHATLEY; WHATLEY, 1982). Para Labouriau (1983), essas variações nas temperaturas cardiais das espécies refletem suas aptidões ecológicas e biogeográficas, possibilitando às suas sementes germinar em uma ampla faixa de temperatura, sendo este um caráter adaptativo que propicia alta capacidade de estabelecimento em campo.

A combinação 30 °C/24h de luz, entretanto, foi a única em que as sementes de todos os lotes puderam expressar ao máximo seu potencial germinativo e foram classificados como semelhantes estatisticamente. Vieira (2000) explica que o objetivo desse teste é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, cujo valor poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo.

O tratamento que associou termo e fotorregime (20 °C/12h escuro – 30 °C/12h luz), embora simulou as variações de temperatura e luminosidade ocorrentes em condições naturais durante o dia e a noite, não permitiram a máxima expressão das sementes de *P. hispidinervum* para todos os lotes. A alternância de temperatura também não apresentou os melhores valores para a germinação de sementes de *Cedrela odorata* L. (ANDRADE; PEREIRA, 1994) e de *Acacia polyphylla* DC (ARAÚJO NETO et al., 2003), sendo que da mesma forma que em *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, houve apenas diferença significativa entre 25 °C constante e 30-20 °C alternada para tempo médio e velocidade média de germinação (KOPPER et al., 2010). Para *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. também foram encontrados resultados favoráveis à germinação sob temperatura constante nos quesitos porcentagem de germinação total e primeira contagem de germinação (PACHECO et al., 2006).

A resposta das sementes à luz é um dos fatores que controla o tempo de germinação e pode ser observada mais comumente em espécies de sementes pequenas. Nestas sementes, a luz serve mais como um sinal do que como um recurso à germinação. Somente a água, o oxigênio e a temperatura adequados são pré-requisitos para o crescimento do embrião (BEWLEY; BLACK, 1994). Segundo os

mesmos autores, as respostas das sementes à luz são consideradas como sinais de controle da luz sobre a dormência, ao invés de um controle direto sobre a germinação.

Por outro lado, a temperatura exerce influência no processo germinativo, tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo afetando, portanto, não só o total de germinação, como também a velocidade com que ela ocorre (BEWLEY; BLACK, 1994). A temperatura ótima para a germinação está definida geneticamente e varia, também, em função das condições fisiológicas das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A condição mais adequada para germinação de sementes de uma determinada espécie é aquela que permite alcançar o maior número de plântulas normais, associada a um menor número de plântulas anormais e sementes mortas e dormentes, no menor tempo (AMATO et al., 2007).

A emergência de plântulas (EP) de pimenta longa de diferentes lotes em casa de vegetação é apresentada na Tabela 3. Para todos os lotes, a emergência foi sensivelmente inferior à de germinação, provavelmente devido às condições de laboratório, que normalmente conduzem à superestimação dos resultados em relação ao campo (GUEDES et al., 2009). Conforme explica Perry (1981), em campo, frequentemente as sementes são submetidas a condições ambientais inadequadas ao processo germinativo, o que, segundo Hampton e Tekrony (1995), faz com que a porcentagem de plântulas emergidas seja inferior à obtida com o teste padrão de germinação.

TABELA 3 – Médias de emergência de plântulas (EP) de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em casa de vegetação.

Teste	Lotes			
	1	2	3	4
 %			
EP	31bc	56a	34b	14c
C.V. (%)	27,58			

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

No presente trabalho, os resultados evidenciam que as sementes de pimenta longa do lote 1, que haviam se destacado das demais, apresentaram resultado inferior ao 2 e semelhante a 3 e 4. Essa diferença pode ter ocorrido devido às diferenças de vigor entre os lotes, já que o ambiente de formação associados às práticas de colheita e beneficiamento podem influenciar significativamente a resposta germinativa destas, resultado que corrobora a necessidade de se avaliar a emergência em campo.

Os resultados da avaliação da velocidade de emergência de plântulas dos lotes 2 e 4, que mostraram-se superior e inferior, respectivamente, e do lote 3, que foi considerado intermediário (Tabela 3), assemelharam-se aos da emergência total (Tabela 4). Já o lote 1, que havia sido classificado com intermediário, igualou-se ao lote 4, diferente do ocorrido no teste de germinação (Tabela 2), quando apresentou o melhor desempenho. A análise da velocidade de emergência em campo ou em casa de vegetação tende a ser mais drástica para as sementes, podendo fazer com que lotes considerados de potencial fisiológico alto tenham a germinação reduzida.

TABELA 4 – Médias do índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em casa de vegetação.

Teste	Lotes			
	1	2	3	4
EP	7,3b	14,8a	9,0ab	3,0b
C.V. (%)	35,81			

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

No parâmetro Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de pimenta longa, os melhores resultados foram verificados na temperatura de 30 °C com 24 h de luz (Tabela 5). Analisando as médias dos lotes e das combinações de temperatura/luminosidade, tem-se a percepção que à semelhança do teste de germinação, as sementes do lote 4 foram inferiores em relação ao 1. Pelas médias dos tratamentos, novamente a combinação 30 °C/24h de luz superou todas as

outras e o tratamento 20 °C/24h luz teve o pior desempenho. Verifica-se também que, em todos os locais, a combinação 30 °C/24h de luz apresentou os melhores resultados, igualando-se apenas em 25 °C/24h de luz no lote 2.

A temperatura ótima é aquela em que ocorre maior porcentagem de germinação no menor período de tempo (MALAVASI, 1988). Segundo Ferreira et al. (2010), a importância do tempo médio de germinação consiste na possibilidade de se avaliar a rapidez de ocupação de uma espécie em uma comunidade.

Nesse sentido, estudos mostram que as populações naturais de pimenta longa ocorrem tipicamente em ambientes quentes e com incidência direta de luz (ALMEIDA, 1999). O processo de sucessão corresponde à recuperação de clareiras abertas ou áreas desmatadas, decorrentes de diversos tipos de perturbação. Com isso, o microclima da área desmatada será alterado e, por sua vez, determinará o estabelecimento de diferentes espécies em função do grupo ecológico a que pertencem (KAGEYAMA et al., 1992). Assim, a espécie *Piper hispidinervum* seria do grupo ecológico das pioneiras antrópicas, cujas sementes, em geral, apresentam fotoblastismo e/ou termoblastismo positivo e germinam em áreas abertas e de clareiras (VÁSQUEZ-YANEZ; SADA 1985).

Lüttge (1997) explica que, devido ao alto índice de área foliar observado em florestas tropicais, a luz é o fator determinante na vida das plantas no interior da floresta. Desta forma a radiação solar, ao atravessar o dossel de uma floresta, sofre mudanças devido à absorção seletiva do espectro da radiação pelas folhas (FEDERER; TANNER, 1966), resultando em uma baixa razão vermelho:vermelho extremo na luz filtrada (FENNER, 1995). Por conseguinte, tais ambientes não são propícios para a germinação de sementes de espécies pioneiras fotossensíveis, que têm sua germinação drasticamente reduzida em baixa razão vermelho:vermelho extremo (VÁLIO; SCARPA, 2001).

Em geral, a luz vermelha com pico de ação de 660 nm estimula a germinação, enquanto que a luz vermelha extrema com pico de ação de 730 nm inibe a germinação das sementes. A luz branca, devido a sua composição espectral e

características de absorção do fitocromo, têm efeito semelhante ao da luz vermelha (POPINIGIS, 1985; MALAVASI, 1988; BORGES; RENA, 1993).

A germinação controlada pela temperatura e pela luz é importante para o recrutamento e estabelecimento de plântulas em clareiras de florestas, que consistem em ambientes com grande aporte de energia radiante (VAZQUEZ-YANES et al., 1990). Essa disponibilidade de radiação solar influencia a variação da temperatura e da umidade do ar e da temperatura do solo (PEZZOPANE et al., 2002). Assim, clareiras grandes podem apresentar muitos sítios de regeneração, tanto para as espécies tolerantes à sombra, em sua periferia, quanto para aquelas que necessitam de luz para germinar, em sua área central (BROWN, 1996).

TABELA 5 – Médias do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação temperatura/luminosidade	Lotes				Média
	1	2	3	4	
20 °C/12h luz - 12h escuro	21,7Da	16,8Dab	8,0Ec	12,1Dbc	14,7D
20 °C/24h luz	5,8Ea	1,3Ea	2,0Ea	1,5Ea	2,7B
25 °C/12h luz - 12h escuro	62,2Ca	52,7Cb	54,7Cb	31,2Cc	50,2C
25 °C/24h luz	73,3Ba	66,0Ab	65,7Bb	45,2Bc	62,6B
30 °C/12h luz - 12h escuro	78,9Ba	64,8ABb	65,8Bb	42,2Bc	62,9B
30 °C/24h luz	86,2Aa	70,3Ab	82,1Aa	57,2Ac	74,0A
20 °C/12h escuro - 30°C/12h luz	61,3Ca	58,3BCa	41,9Db	31,8Cc	48,3C
Média	55,6a	47,2b	45,7b	31,6c	-
C.V. (%)	7,55				
DMS coluna: 7,3					
DMS linha: 6,3					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Nos trabalhos de Lima et al. (2006) com sementes de pau-ferro, a temperatura de 30 °C mostrou-se igualmente adequada para a otimização do desempenho germinativo, favorecendo a germinação e reduzindo o tempo médio para sua ocorrência, enquanto a 35 °C houve queda na germinação. Na mesma temperatura de 30 °C, sementes de ucuúba (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb. - MYRISTICACEAE) germinaram mais intensamente em menor tempo (LIMAS et al., 2007). Esses resultados reforçam a idéia de que a maioria das espécies tropicais e subtropicais apresenta potencial germinativo máximo na faixa de temperatura entre 20 e 30 °C (BORGES; RENA, 1993).

Conforme Copeland e McDonald (1985), a velocidade de germinação será maior e o processo mais eficiente, quanto maior for a temperatura, dentro de certos limites. Bewley e Black (1994) complementam que dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam, existe uma temperatura ótima, na qual ocorre o máximo de germinação em menor intervalo de tempo, sendo a mesma variável entre as espécies.

A germinação total de sementes de pimenta longa submetidas à temperatura constante de 25 °C e alternada de 25 °C 22h/35 °C 2h, 25 °C 20h/35 °C 4h e 25 °C 18h/35 °C 6h não diferiu entre os tratamentos, atingindo a média de 41,5% (Almeida 1999), valores inferiores ao verificado no presente trabalho. Já a velocidade de germinação foi estatisticamente inferior no tratamento em que as sementes ficaram maior tempo expostas a 35 °C (25 °C 18h/35 °C 6h), o que indica uma maior sensibilidade a temperaturas acima de 30 °C, semelhante aos resultados encontrados no presente trabalho, embora a espécie *Piper hispidinervum* seja considerada adaptada a locais quentes, típicos de clima Ami e Awi (NUNES, 2004).

O fato de ocorrer germinação em diferentes temperaturas indica que as sementes dessa espécie são capazes de germinar mesmo em pequenas clareiras, evidenciando uma adaptação às flutuações térmicas naturais do ambiente.

Nas avaliações de comprimento médio do sistema radicular (Tabela 5), observou-se que as sementes do lote 4, embora tenham sido classificadas como sendo de vigor inferior na maioria das combinações dos testes de germinação e velocidade de germinação, assim como na emergência de plântulas, apresentaram as melhores médias para esta variável. Ao que se refere à combinação temperatura/luminosidade, 25 °C/24h de luz expressou o melhor resultado, mostrando ser superior aos demais tratamentos nessa avaliação, ficando novamente 20 °C/12h de luz - 12h de escuro e 20 °C/24h de luz com os menores valores. Resultado semelhante foi encontrado por Barbosa et al. (2005) com sementes de estrelízia (*Strelitzia reginae*), que produziram plântulas com sistema radicular maior em 25 °C. Já para raízes de craibeira, no entanto, o desenvolvimento mais expressivo ocorreu em 30 °C constantes, com oito horas de luz (PACHECO et al., 2008), assim como em pau de jangada (*Apeiba tibourbou* Aubl.) (PACHECO et al., 2007).

TABELA 6 – Médias do comprimento do sistema radicular de plântulas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação	Lotes				Média
	1	2	3	4	
	mm				
20 °C/12h luz - 12h escuro	6,3DEab	4,6Dbc	3,2Ec	7,8DEa	5,5DE
20 °C/24h luz	3,2Fab	4,0Dab	2,4Eb	5,5Ea	3,8E
25 °C/12h luz - 12h escuro	8,4CDab	8,0BCb	6,3Db	10,5CDa	8,3C
25 °C/24h luz	23,5Aab	23,9Aa	21,6Ab	22,8Aab	23,0A
30 °C/12h luz - 12h escuro	5,3EFc	7,7Cb	4,5DEc	10,3CDa	7,0CD
30 °C/24h luz	14,1Ba	10,4Bb	13,2Ba	12,9BCa	12,7B
20 °C/12h escuro - 30°C/12h luz	10,8Cb	10,2BCb	9,9Cb	13,7Ba	11,2B
Média	10,2ab	9,8ab	8,7b	11,9a	-
C.V. (%)	12,48				
DMS coluna: 2,7					
DMS linha: 2,4					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Para o comprimento de parte aérea (Tabela 6), o lote 4 também superou os outros três locais, que não diferiram significativamente entre si. O tratamento com temperatura alternada e fotoperíodo (20 °C/12h escuro – 30 °C/12h luz) exprimiu o melhor resultado, enquanto a combinação 20 °C/24h luz novamente mostrou-se inferior aos demais tratamentos. Para essa avaliação, especificamente, as temperaturas alternadas, usadas para simular as flutuações térmicas e luminosas que normalmente ocorrem na natureza no intervalo de 24 horas referentes a um dia, podem ter influenciado de forma positiva a parte aérea das plântulas.

TABELA 7 – Médias do comprimento da parte aérea de plântulas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação	Lotes				Média
	1	2	3	4	
	mm				
20 °C/12h luz - 12h escuro	2,3Cb	2,1Db	2,1Cb	3,7Ea	2,6D
20 °C/24h luz	1,5Db	1,5Eb	1,4Db	2,2Fa	1,7E
25 °C/12h luz - 12h escuro	2,6Cb	2,3Db	2,4Cb	4,3Da	2,9D
25 °C/24h luz	2,3Cb	2,2Db	2,4Cb	3,8DEa	2,7D
30 °C/12h luz - 12h escuro	3,2Bb	3,5Cb	3,4Bb	5,2Ca	3,8C
30 °C/24h luz	4,3Abc	4,0Bc	4,6Ab	6,0Ba	4,7B
20 °C/12h escuro - 30°C/12h luz	4,5Abc	4,9Ab	4,1Ac	7,2Aa	5,2A
Média	3,0b	2,9b	2,9b	4,6a	-
C.V. (%)	7,57				
DMS coluna: 0,5					
DMS linha: 0,5					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Plântulas de *Tabebuia áurea* tiveram maior crescimento da parte aérea na temperatura de 35 °C com oito horas de luz (PACHECO et al., 2008), resultado que os autores atribuíram ao maior incremento da parte aérea, pelo desenvolvimento do

epicótilo, pois, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), com a elevação da temperatura, a velocidade das reações bioquímicas também aumenta, permitindo o rápido deslocamento das reservas nutricionais da semente ao eixo embrionário e de substâncias fotossintetizantes necessárias ao desenvolvimento inicial da parte aérea.

Trabalhando com sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (CAV. EX LAM.) (URBAN), Ramos et al. (2006), por outro lado, verificaram que a temperatura de 35 °C apresentou resultados superiores na parte aérea em relação a 25 °C e 30 °C, Em sementes de pau de jangada (*Apeiba tibourbou* Aubl), a mesma temperatura de 35 °C superou as outras (25 °C, 30 °C, 35 °C, 20-30 °C, 20-35 °C) no comprimento do hipocótilo (PACHECO et al., 2007).

Em relação a essa aparente discrepância entre a melhor temperatura para desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea, verificada na literatura e no presente trabalho, Mondo et al. (2008) explicam que há diferenças de requerimento de temperatura para o desenvolvimento das diferentes partes da plântula. A diferença de 1°C na temperatura, durante o teste de germinação, provavelmente terá efeito desprezível na porcentagem de germinação, mas essa diferença na temperatura poderá proporcionar efeitos consideráveis no crescimento das plântulas, alterando seu comprimento e/ou sua massa seca (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados referentes ao comprimento da raiz e do sistema radicular diferiram dos verificados no teste de germinação (Tabela 2), de velocidade de germinação (Tabela 3) e de emergência de plântulas (Tabela 4), que indicaram as sementes do lote 4 como sendo inferiores em termos de vigor, e discordam de Vieira e Carvalho (1994), segundo os quais, sementes com baixo vigor originam plântulas com menor taxa de crescimento, em razão de apresentarem menor capacidade de translocação de suas reservas e menor assimilação destas pelo eixo embrionário.

De acordo com Schuch et al. (1999), o comprimento das raízes é o parâmetro mais adequado para avaliações de diferenças no vigor de sementes de algumas espécies, do que o comprimento da parte aérea, podendo, assim, propiciar

diferenciação entre níveis de vigor. Entretanto, isso não foi verificado no presente trabalho.

Pelos valores médios de massa de matéria fresca de plântulas (Tabela 7) não houve diferença entre os lotes, diferenciando-se dos resultados obtidos anteriormente por outros testes, onde o local de origem das sementes foi, para alguns, responsável por apresentar os valores das médias dos lotes, superior umas às outras.

TABELA 8 – Médias de massa de matéria fresca (g) de plântulas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes em combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação	Lotes				Média
	1	2	3	4	
	g				
20°C/12h luz - 12h escuro	0,94Ba	0,91Ba	0,92Ba	0,92Ca	0,92B
20°C/24h luz	1,31Aa	1,29Aa	1,31Aa	1,05Bb	1,24A
25°C/12h luz - 12h escuro	0,92Ba	0,91Ba	0,91Ba	0,95BCa	0,92B
25°C/24h luz	1,29Aa	1,30Aa	1,31Aa	1,30Aa	1,30A
30°C/12h luz - 12h escuro	0,94Ba	0,92Ba	0,92Ba	0,94BCa	0,93B
30°C/24h luz	1,30Aa	1,33Aa	1,35Aa	1,34Aa	1,33A
20°C/12h escuro - 30°C/12h luz	0,65Ca	0,65Ca	0,66Ca	0,69Da	0,66C
Média	1,05a	1,04a	1,05a	1,03a	-
C.V. (%)	4,85				
DMS coluna: 0,1					
DMS linha: 0,1					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

A massa de matéria seca de plântulas (Tabela 8) não seguiu a mesma linha da massa de matéria fresca, ou seja, as médias exibiram diferenças significativas em relação aos lotes, em que o lote 4 mostrou-se inferior aos outros. Com relação aos tratamentos, 20 °C/24h de luz, 25 °C/24h de luz e 30 °C/24h de luz apresentaram-se iguais entre si e superiores aos demais. Vale ressaltar que estes tratamentos foram

conduzidos sob luz plena, permitindo inferir que a intensidade luminosa estimulou a produção de fotoassimilados, resultando num maior acúmulo de matéria seca pela parte aérea da plântula. Já o tratamento 20 °C/12h escuro – 30 °C/12h luz expressou os piores resultados para esta variável, resultado semelhante à emergência de plântulas (Tabela 3) e à massa de matéria fresca (Tabela 7).

Para sementes de pau de jangada, os maiores valores de massa de matéria seca de plântulas ocorreram nas temperaturas entre 25 °C e 35 °C (PACHECO et al., 2007).

TABELA 9 – Médias de massa de matéria seca (g) de plântulas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) de diferentes lotes sob combinações de temperatura e luminosidade do teste de germinação.

Combinação	Lotes				Média
	1	2	3	4	
	g				
20 °C/12h luz - 12h escuro	0,88Ba	0,87Ba	0,88Ba	0,88Ba	0,88B
20 °C/24h luz	1,12Abc	1,26Aab	1,31Aa	0,99Bc	1,17A
25 °C/12h luz - 12h escuro	0,9Ba	0,87Ba	0,88Ba	0,89Ba	0,89B
25 °C/24h luz	1,26Aa	1,27Aa	1,28Aa	1,27Aa	1,27A
30 °C/12h luz - 12h escuro	0,88Ba	0,86Ba	0,80Ba	0,87Ba	0,85B
30 °C/24h luz	1,26Aa	1,25Aa	1,25Aa	1,27Aa	1,26A
20 °C/12h escuro - 30°C/12h luz	0,61Ca	0,61Ca	0,61Ca	0,63Ca	0,62C
Média	0,99ab	1,00a	1,00a	0,97b	-
C.V. (%)	7,95				
DMS coluna: 0,2					
DMS linha: 0,1					

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo Teste de Tukey.

Esse resultado difere do verificado por Souza et al. (2007), em que as plântulas de *Adenantha pavonina* apresentaram maior crescimento e maior transferência de massa seca quando as sementes foram submetidas, principalmente, às temperaturas mais elevadas, como 30 e 35 °C. A determinação da massa seca permite avaliar o crescimento da plântula e determinar, com maior precisão, a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo

embrionário na fase de germinação, originando plântulas maiores, em função do maior acúmulo de matéria seca (NAKAGAWA, 1999). Segundo Labouriau (1983), a melhor temperatura pode não ser a mesma para os parâmetros avaliados, como a germinabilidade, a velocidade e o índice de sincronização da germinação. No entanto, as temperaturas cardeais e os dados de porcentagem, velocidade e índice de sincronização da germinação podem fornecer informações sobre a agressividade da espécie na ocupação de diferentes ambientes.

O melhor desempenho germinativo de sementes de pimenta longa nas temperaturas de 25 °C e, principalmente, 30 °C, pode estar relacionado ao local de origem da espécie, cujas populações naturais foram encontradas, até o momento, somente no vale do Rio Acre, no estado do Acre (EMBRAPA, 1998), que apresenta temperaturas médias de 24,5 °C, com máximas de 32 °C (MESQUITA, 1996). Segundo Ramos e Varela (2003), a temperatura ideal de germinação, geralmente, varia dentro da faixa de temperatura encontrada no local ideal para a emergência e o estabelecimento das plântulas.

5 CONCLUSÃO

Considerando as condições em que o experimento foi realizado e após análise dos dados e interpretação dos resultados, concluiu-se que as temperaturas constantes de 25 °C e de 30 °C na presença de luz favoreceram a germinação, principalmente a temperatura de 30 °C com 24 horas de luz, que permitiu a máxima expressão do potencial de germinação e vigor.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. C.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. Winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v. 27, n. 1, p. 149-157, 2005.

ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 13, n. 1, p. 64-70, 2007.

ALMEIDA, M. de C. **Banco de sementes e simulação de clareiras na germinação de Pimenta Longa** (*Piper hispidinervium* C.DC.). 1999. 60 f. Dissertação (Mestrado ecologia e manejo de recursos naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 1999.

AMARAL, E. F.; PACHECO, E. P.; PEREIRA, J. B. M. **Aptidão natural para o cultivo de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 4p. (Instruções técnicas, 32).

AMATO, A. L. P.; MAIA, F. C.; MAIA, M. S.; CAETANO, L. S.; SIMIONI, S. B.; CONTO, L. BONINI FILHO, R. M. Estabelecimento de condições de luz e temperatura para germinação de sementes de amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 61-66, 2007.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro – *Cedrella odorata* L. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 16, p. 34-40, 1994.

ANDRADE, A. C. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthiana* Cogn., *T. grandiflora* Cogn. e *T. moricandiana* (DC.) Baill. (MELASTOMATACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 29-35, 1995.

ARAÚJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2003.

BARBOSA, J. G.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N. Efeito da escarificação ácida e de diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 71-77, 2005.

BASKIN, C. C.; BASKIN J .M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, v. 75, n. 2, p. 286-305, 1988. Disponível em: < <http://www.jstor.org/pss/2443896>>. Acesso em: 3 abr. 2010.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de Sementes. In: AGUIAR, I. B. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; FIGLIOLA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1993.

BRASIL. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 365p.

BROWN, N. A gradient of seedling growth from the center of a tropical rain forest canopy gap. **Forest Ecology and Management**, v. 82, p. 239-244, 1996. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&tockey=%23TOC%235042%231996%23999179998%2373983%23FLP%23&_cdi=5042&_pubType=J&_auth=y&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5b82b9013097e5d31df26f621c8c6190>. Acesso em: 13 jun. 2009.

CANEPPELE, M. A. B.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; CARDOSO, A.A. Influência da embalagem, do ambiente e do período de armazenamento na qualidade de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 17, p. 249-257, 1995.

CANTLIFE, D. J.; SUNG, Y.; NASCIMENTO, W. M. Lettuce seed germination. **Horticultural Reviews**, v. 24, p. 229-275, 2000. Disponível em: <http://www.pubhort.org/hr/hr24/HR_24_05_00000000.pdf>. Acessado em: 10 abr. 2010.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000. 588p.

CAVALCANTE, M. J. B. (Ed.). Cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) na Amazônia Ocidental. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2002. 29 p. (Embrapa Acre. Sistemas de Produção, 1).

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. **Principles of seed science and technology**. New York: Macmillan, 1985. 321 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Protocolo de avaliação isoenzimática para a pimenta-longa (*Piper hispidinervum*). Rio Branco, AC: EMBRAPA/CPAFAC, 1998. 4p. (Instruções técnicas, 12)

FEDERER, C.A.; TANNER, C.B. Spectral distribution of light in the forest. **Ecology**, v. 47, n. 4, p. 555-560, 1966. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/1933932>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

FENNER, M. Ecology of seed banks. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Dekker, p. 507-528, 1995.

FERNANDES, L. A. V; MIRANDA, D. L. C; SANQUETA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* HACKEL sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (BERT.) KUNTZE. **Revista Acadêmica**, Curitiba, PR, v. 5, n. 2, p. 139-146, abr./jun. 2007.

FERREIRA, C. A. R.; FIGLIOLIA, M. B.; ROBERTO, L. P. C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, SP, n. 31, p. 173-178, jul. 2007.

FERREIRA, M. das G. R; SANTOS, M. R. A. dos; SILVA, E. de O; GONÇALVES, E. P; ALVES, E. U; BRUNO, R. de I. A. Emergence and initial growth of seedlings of *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill (Annonaceae) in different substrates. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 31, n. 2, p. 373-380, abr./ jun. 2010.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de semente. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Eds). **Sementes florestais tropicais**. ABRATES: Brasília, DF, 1993. p. 137-174.

GUEDES, R. S; ALVES, E. U; GONÇALVES, E. P; VIANA, J. S; MEDEIROS, M. S; LIMA, C. R de. Teste de comprimento de plântulas na avaliação fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 30, p. 793-802, out./dez. 2009.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Micq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, PR, v. 47, p. 185-191, 2004.

GODOI, S; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista brasileira de sementes**, Piracicaba, SP, v. 27, n. 2, p.87-90, 2005.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. 3 ed. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, N. B. Variation in germination and aminoacid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, Beltsville, Maryland, v. 58, p. 7-11, 1976. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/cgi/reprint/58/1/7?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=HENDRICKS%2C+S.+B&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=58&resourcetype=HWCIT>>. Acesso em: 26 abr. 2009.

KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. W.; GERES, W. L. A.; DIAS, J.H.P.; BORGES, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, SP, v. 4, p. 527-533, 1992.

KOPPER, A. C; MALAVASI, M de. M; MALAVASI, U. C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 2, p. 160-165, 2010.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria-Geral da OEA, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S. efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 4, p. 513-518, 2006.

LIMAS, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Germinação e armazenamento de sementes de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (MYRISTICACEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2007.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v. 27, n. 2, p. 146-150, 2005.

LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; FREIRE, M. A.; COSTA, F. X. BELTRÃO, N. E. M. **Umidade e peso seco da semente e do fruto de mamona BRS Paraguaçu colhidos em três estádios de maturação**, 2006. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/154.pdf>. Acesso em: 31/07/2010.

LÜTTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 384p.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista Cerne**, Piracicaba, SP, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n.1, p. 176-177, 1962.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Ed.). **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1988. 100 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2005. 495p.

MEDEIROS, A. C. S.; ZANON, A. Efeitos do substrato e da temperatura na germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L.B. Smith & R.J. Down) e de pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzch ex NDL.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p. 21-28, 1998.

MEDEIROS, A. C. S; ABREU, D. C. A. **Instrução para testes de germinação de sementes florestais nativas da mata atlântica**. Embrapa Florestas. Colombo, PR, dez. 2005, Comunicado Técnico, 151.

MEDEIROS, A. C. de S; da EIRA, M. T. S. **Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas**. Embrapa Florestas. Colombo, PR. Dez. 2006, Comunicado Técnico, 127.

MELLO, J. I. de O; BARBEDO, C. J. Temperatura, luz e substrato para germinação de sementes de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae . Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 645-655, 2007.

MESQUITA, C. C. **O clima do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: IMAC, 1996. 53 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=89&idConteudo=814> 2. Acesso em: 15/09/2009.

MIRANDA, P. R. M.; FERRAZ, I. D. K. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C. C. Berg. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 22, n. 2, p. 303-307, 1999.

MONDO, V. H. V; BRANCALION, P. H. S; CICERO, S. M; NOVENBRE, A. D. da. L. C; NETO, D. D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENNAN. **Revista Brasileira de sementes**, Piracicaba, SP, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1994.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, Piracicaba, SP, 1998. Disponível em: <[Http://www.ipef.br/sementes/](http://www.ipef.br/sementes/)>. Acesso em: 9 maio 2010.

NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de Sementes de Hortaliças**. Embrapa, Brasília, DF, 2009.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 1, p. 15-18, 2003.

NUNES, J. D. **Citogenética de acessos de pimentalonga (*Piper spp.*)**. 2004. 30 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2004.

OKUSANYA, O. T. The effect of light and temperature on the germination and growth of *Luffa aegyptiaca*. **Physiology Plantarum**, v. 44, p. 429-433, 1978.

OLIVEIRA, A. C. S; MARTINS, G. N; SILVA, R. F; VIEIRA, H. D; Teste de Vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**, v. 2, n. 4, jan. 2009. Disponível em: <www.interscienceplace.org/interscienceplace/article/download/37/43>. Acesso em: 17 abr. 2010.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (ANACARDIACEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 73, p. 19-25, 2007.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia áurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.

PEREIRA, J. E. S.; GUEDES, R. da S.; COSTA, F. H. da S.; SCHMITZ, G. C. B. Composição da matriz de encapsulamento na formação e conservação de sementes sintéticas de pimenta-longa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 1, p. 93-96, jan/mar. 2008.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999.

PERRY, D.A. Introduction; methodology and application of vigour tests; seedling growth and evaluation tests. In: PERRY, D.A. ed., **Handbook of vigour tests methods**. Zürich., Int. Seed. Test. Assoc., 1981. p. 3-20.

PEZZOPANE, J.E.M. REIS, G. G; REIS, M. G. F; COSTA, J. M; CHAVES, J. H. Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Viçosa, MG v.10, n.1, p.1-8, 2002.

PIMENTEL, F. A.; PEREIRA, J. B. M.; OLIVEIRA, M. N. de O. **Zoneamento e caracterização de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 1998. 18 p. (Boletim de pesquisa, 20).

PIMENTEL, F. A. Técnicas para colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*). Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 3 p. (Comunicado técnico, 147).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura: AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P. Efeito da temperatura e do substrato sobre a germinação de sementes de visgueiro do igapó (*Parkia discolor* Benth) Leguminosae, Mimosoideae. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, AM, n. 39, p. 123-133, 2003.

RAMOS, M. B. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-debalsa). **Acta Amazonica**, Manaus, AM, v. 36, n. 1, p. 103 – 106, 2006.

REDETEC. **Pimenta Longa**. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/pimenta.htm>>. Acesso em: 05 set. 2009.

RILEY, G. J. P. Effects of high temperature on proteinsynthesis during germination of maize. **Planta**, v. 151, p. 75-80, 1981.

ROCHA, S.F.R. & MING, L.C. *Piper hispidinervum*: a sustainable source of safrole. P.479-481. In: J. Janick (ed.), **Perspectives on new crops and new uses**. ASHS Press, Alexandria, VA.1999.

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, SP, v.58, n.1, p.69-81, 1999.

SCALON, S. de. P. Q; LIMA, A. A. de; SCALON FILHO, H; VIEIRA, M. do C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, PR, v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009.

SCHUCH, L.O.B; NEDEL, J. L; ASSIS, F. N. de; MAIA, M. de S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v. 21, n. 1, p. 229-234, 1999.

SILVA, A. C. P. R. da; OLIVEIRA, M. N. de. **Caracterização botânica e química de três espécies do gênero *Piper* no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000. 13 p. (Boletim de pesquisa, 23).

SILVA, T. L. da. **Micropropagação, indução da calogênese e estratégias de conservação *ex situ* de *Piper aduncum* L. e *Piper hispidinervum* C.DC. por técnicas de crescimento mínimo e temperaturas subzero e criogênicas**. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas, 2010.

SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. 2007. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 3, p. 437-443, 2007.

VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001.

VANZOLINI, S. V; ARAKI, C. A dos. S; SILVA, A. C. T. M da; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, **Revista brasileira de Sementes**, Ituverava, SP, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VÁSQUEZ-YANES, C. A.; SADA, S. G. Caracterización de los grupos de arboles de la selva húmeda. In: GOMEZ-POMPA, A.; DEL AMO, S. (Eds.). **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz, Mexico**. Mexico: Ed. Alhambra Mexicana, INIRB, 1985. p. 67-78.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCON, E.; SANCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; TOLEDO, J. R.; BARRADAS, V. L. Light beneath the litter in a tropical forest: effect on seed germination. **Ecology**, v.71, n.5, p.1952-1958, 1990.

VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A. A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p.181-192.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, N. R. de. Fisiologia da germinação. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

WADT, L. H de. O. **Estrutura genética de populações naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) visando seu uso e conservação**. 2001. 95f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas). ESALQ-USP, Piracicaba, SP, 2001.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, SP: EPU-EDUSP, 1982. 101p.