

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA -INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPG-BOTÂNICA

**Temperatura para germinação e formação de plântulas de
Copaifera multijuga Hayne em cinco anos de frutificação**

DANILO SOUTO FERREIRA

Manaus, Amazonas

JULHO-2014

DANILO SOUTO FERREIRA

**Temperatura para germinação e formação de plântulas de
Copaifera multijuga Hayne em cinco anos de frutificação**

ORIENTADORA: Dra. Isolde Dorothea Kossmann Ferraz

Dissertação apresentada à
Coordenação do Programa de
Pós-Graduação em Botânica do
INPA, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Ciências Biológicas, área de
concentração em Botânica.

Manaus, Amazonas
Julho, 2014

Relação da banca julgadora

Dra. Denise Garcia de Santana
Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Junior
Universidade Federal do Amazonas

Dra. Maria Cristina de Figueiredo e Albuquerque
Universidade Federal do Mato Grosso

SEDAB/INPA © 2019 - Ficha Catalográfica Automática gerada com dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecário responsável: Jorge Luiz Cativo Alauzo - CRB11/908

F383t Ferreira, DANILO SOUTO FERREIRA

Temperatura para germinação e formação de plântulas de *Copaifera multijuga* Hayne em cinco anos de frutificação / DANILO SOUTO FERREIRA Ferreira; orientadora Isolde Dorothea Kossmann Ferraz Ferraz.

-- Manaus:[s.l.], 2014.

23 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós Graduação em Botânica) -- Coordenação do Programa de PósGraduação, INPA, 2014.

1. espécie amazônica. 2. copaíba, teste acústico. 3. plântula normal. 4. teor de água. I. Ferraz, Isolde Dorothea Kossmann Ferraz, orient. II. Título.

CDD: 580

Sinopse: Estudou-se os regimes térmicos para sementes de *C. multijuga* indicando as temperaturas máxima, mínima e ótima para a condução do teste de germinação, fornecendo subsídios para inclusão da espécie nas Regras para Análises de Sementes do Brasil.

Palavras-chave: espécie amazônica, copaíba, teste acústico, plântula normal, teor de água.

Dedico este trabalho a toda minha família que me incentivou durante toda minha carreira acadêmica, dando apoio moral nos momentos de dificuldade e compartilhando os momentos de alegria.

AGRADECIMENTOS

Obrigado a todos que, de alguma forma contribuíram para este trabalho. Agradeço:

À minha família, maior fonte de apoio. Aproveito para dizer que apesar da distancia não me esqueço de vocês em nenhum momento.

Ao meu amigo Felipe Palis, irmão de criação.

À minha orientadora Dra. Isolde Ferraz pelos ensinamentos e paciência.

À todos os amigos do laboratório.

Aos amigos que fiz na botânica.

À Coordenação de Pesquisas em Clima e Recursos Hídricos (CPCR) pelo fornecimento dos dados meteorológicos obtidos na Reserva Florestal Adolpho Ducke.

Ao Cnpq pela bolsa fornecida.

A todos meus sinceros agradecimentos.

“A mente que se abre a uma nova ideia nunca mais voltará ao seu tamanho original.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Copaifera multijuga (Fabaceae) é uma árvore emergente da floresta amazônica de terra firme, de uso múltiplo. O objetivo do trabalho foi fornecer informações sobre a temperatura da germinação e formação de plântulas normais de uma espécie com distribuição restrita a região tropical e principalmente para apoiar o comércio das sementes. Pois apesar do elevado interesse econômico da sua madeira e do óleo medicinal extraído do tronco, plantios florestais são raros. Anos com frutificação abundantes ocorrem em intervalos maiores e neste trabalho foram comparadas sementes coletadas nos anos de 1991, 2011 e 2013 de uma população natural na região de Manaus-AM. Uma estimativa do teor de água de cada semente por um teste acústico (distinção entre “pling” e “plong”) foi avaliado e verificado a relação do teor de água das sementes recém colhidas com a germinação. O efeito da temperatura constante entre 5 e 40 °C foi verificado sobre a protrusão da radícula e a formação de plântulas normais. Após 65 dias as sementes não germinadas foram transferidas para a 35 °C. Foi possível correlacionar a pluviosidade com o teor de água das sementes recém-colhidas nos três anos de frutificação. Foi confirmada a possibilidade de distinguir as sementes secas (“pling” com teor de água médio de $23,4 \pm 6,5\%$) das úmidas (“plong”: $41,4 \pm 9,2\%$) pelo teste acústico. Houve relação positiva entre o teor de água das sementes recém-colhidas e a velocidade de protrusão da radícula nos testes de germinação. Entre as condições estudadas, a temperatura mais adequada para um teste de germinação foi 30 °C, pois resultou em maior porcentagem final e velocidade de germinação, e pode ser considerada como ótima. A faixa térmica da protrusão da radícula foi mais ampla do que para a formação de plântulas normais; apresentando a mínima entre 10 e 15 °C e 15 e 20 °C, respectivamente. A temperatura máxima para ambos os critérios foi acima de 35°C. As sementes não toleraram um resfriamento abaixo de 15 °C por 2 meses, entretanto as sementes mais secas (“pling”) foram menos sensíveis do que as sementes que apresentaram maior teor de água no momento da coleta (“plong”). As sementes de *C. multijuga* apresentaram sensibilidade térmica típica para uma espécie tropical. As condições climáticas na época de frutificação podem influenciar a sensibilidade ao resfriamento e a velocidade de germinação.

ABSTRACT

Copaifera multijuga (Fabaceae) is an emergent tree of Amazonian terra firme forest with multiple use. The objective of this study was to provide information on the temperature for germination and normal seedling development of a typical species with restricted distribution in the tropics and to support the seed trade. For despite the high economic interest of its timber and the medicinal oil extracted from the trunk, forest plantations are rare. Years with abundant fruiting occur at longer intervals and in this study the seeds collected in 1991, 2011 and 2013 of a natural population in the Manaus -AM region were compared. An estimate of individual seed moisture by an acoustic test (distinction between "pling" and "plong") was assessed and verified the relationship between seed moisture after collection and germination. Constant temperatures between 5 and 40 °C were tested on the root protrusion and normal seedling development. After 65 days the non-germinated seeds were transferred to 35 °C. It was possible to correlate rainfall with seed moisture at harvest in the three years of fruiting. The possibility of distinguishing by an acoustic test the dry seeds ("pling" with mean seed moisture 23.4 ± 6.5 %) from the moist seeds ("plong": 41.4 ± 9.2 %) was confirmed. There was a positive relationship between seed moisture at harvest with the protrusion speed of the root in germination tests. Among the conditions studied, the most suitable temperature for germination was 30 °C, which resulted in the highest percentage and rate of germination, and can be considered as optimal. The temperature range of root protrusion was larger than of normal seedling development, with a minimum temperature between 10 and 15 °C and 15 to 20 °C, respectively. The maximum temperature for both criteria was above 35 °C. The seeds did not tolerate cooling below 15 °C for 2 months, however the dryer seeds ("pling") were less sensitive than the seeds with higher moisture at harvest ("plong"). *C. multijuga* seeds showed typical thermal sensitivity for a tropical species. The weather conditions at the time of fruiting may influence sensitivity to refrigeration and germination.

Sumário

Lista de Tabelas.....	x
Lista de Figuras	xi
Introdução Geral.....	1
Influência da Temperatura na Germinação	2
Germinação de <i>C. multijuga</i> em Condições Controladas.....	3
Germinação de <i>C. multijuga</i> em Viveiro.....	3
Objetivos	4
Objetivo Geral	4
Objetivos Específicos	4
Capítulo 1 - Temperatura da germinação e desenvolvimento inicial em três anos de frutificação de <i>Copaifera multijuga</i> Hayne - uma árvore da Amazônia	5
Introdução	6
Material e métodos	7
Caracterização da Área.....	7
Coleta de Sementes	7
Teste de Germinação	7
Determinação do Teor de Água.....	8
Teste Acústico	9
Influência do Teor de Água na Velocidade de Germinação.....	9
Resultados e Discussão	10
Temperatura mínima	10
Temperatura máxima.....	11
Temperatura ótima	12
Mudança de temperaturas.....	16
Diferenças entre as classes acústicas.....	18
Referências Bibliográficas	22

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1- Número de matrizes coletadas de *Copaifera multijuga*, medidas dos recipientes usados para semeadura, temperaturas e critérios avaliados nos testes de germinação (R= protrusão da radícula, PN= formação de plântulas normais) nos três anos de frutificação.....11

Tabela 2- Germinação final (%) e velocidade do processo (1/Tempo médio), de protrusão da radícula (R) e formação de plântulas normais (PN), em *Copaifera multijuga* entre 5 e 40 °C após classificação das sementes por um teste acústico e determinação do teor de água (TA %) das mesmas. (NA= não avaliado, †= morte da semente constatada pelo teste de corte).....18

Tabela 3- Germinação (%)de *Copaifera multijuga* após a transferência das sementes de temperaturas sub-ótimas (5,10 e 15 °C) para 35 °C, avaliando a protrusão da radícula e, quando entre parênteses, a formação de plântulas anormais.....19

Lista de Figuras

Capítulo 1

- Figura 1** - Protrusão da radícula em sementes de *Copaifera multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando quatro lotes de três anos distintos de frutificação.....14
- Figura 2** - Formação de plântulas normais em *Copaifera multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando dois lotes coletados em 2013.....15
- Figura 3** - Velocidade (1/Tempo médio) de protrusão da radícula em sementes de *Copaifera multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando quatro lotes de três anos distintos de frutificação.....16
- Figura 4** - Velocidade (1/Tempo médio) de formação de plântulas normais em *Copaifera multijuga*, sob diferentes temperaturas constantes, comparando dois lotes coletados em 2013.....17
- Figura 5** - Comparação entre parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas normais (1), formadas na temperatura de 35 °C, com plântulas anormais (2), formadas após a transferência das sementes da temperatura de 15 °C para 35 °C..20
- Figura 6** - Pluviosidade média mensal na Reserva Florestal Adolpho Ducke durante a coleta de sementes de *Copaifera multijuga*, em julho de 1991, 2011 e 2013.....21
- Figura 7**- Teor de água das sementes após classificação acústica em “pling” (23,6±6,5%) e “plong” (41,4±9,2%). As classes apresentam diferença significativa estatística pelo teste de Tukey 5%.....22
- Figura 8** - Efeito do teor de água de sementes antes da semeadura sobre a velocidade (1/tempo médio) de protrusão da radícula de *Copaifera multijuga*. Dados compilados (n= 58) durante três anos de frutificação (1988, 1991 e 2004).....23

Introdução Geral

Distribuição Geográfica, Uso e Comercialização de *Copaifera* spp. (Fabaceae)

A família Fabaceae possui cerca de 18.000 espécies e 650 gêneros. No Brasil ocorrem aproximadamente 175 gêneros e 1.500 espécies (Souza & Lorenzi, 2008). *Copaifera* apresenta 43 espécies, das quais 28 ocorrem em território brasileiro (Silva, 2006). Destas, nove são encontradas na Amazônia brasileira: *C. multijuga* Hayne, *C. duckei* Dwyer, *C. glycyarpa* Ducke, *C. guyanensis* Desf., *C. martii* Hayne, *C. paupera* Benth., *C. piresii* Ducke, *C. pubiflora* (Herzog) Dwyer. e *C. reticulata* Ducke (Silva, 2006). *C. multijuga* ocorre nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso, Pará e Rondônia (Silva, 2006). Para região de Manaus, *C. multijuga* apresenta baixa frequência tendo em média de um a dois indivíduos por hectare (Alencar, 1984).

Todas as espécies deste gênero são comercialmente visadas, principalmente pelo óleo-resina, utilizado com finalidade medicinal pelas comunidades locais (Pinto & Maduro, 2003), na produção de cosméticos, vernizes e biodiesel (Alencar, 1982; Sampaio, 1999). A forma mais comum de extração do óleo é a derrubada da árvore (Veiga Jr. & Pinto, 2002), afetando a regeneração natural das copaíbas. No entanto, existe uma maneira menos agressiva de extração do óleo, na qual um orifício é feito no tronco da árvore e, após a retirada do óleo, o orifício é vedado com uma rolha de madeira ou argila (Alencar, 1982). Após a coleta, os extratores costumam misturar o óleo de várias espécies de copaíba, o que reduz a qualidade, uma vez que a composição química varia entre as espécies (Veiga Jr. & Pinto, 2002).

Os comunitários geralmente não têm conhecimento para distinguir morfologicamente as espécies de copaíba, uma vez que são poucas as atividades de extensão relacionadas a extração e uso do óleo-resina. O estado do Acre possui um dos poucos programas vinculados ao governo federal que visa incentivar e apoiar a comercialização do óleo-resina por comunidades extrativistas, por meio da SEPROF (Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar), do CTA (Centro dos Trabalhadores da Amazônia) (Azevedo *et al.*, 2004).

Não foram encontrados relatos de plantios de produção comercial de copaíbas, provavelmente devido a tradição do extrativismo na região amazônica. Em plantios com a finalidade de pesquisa, *C. multijuga* apresentou após 11 anos DAP de 13,4 cm, altura de 13,9 m e volume de 125 m³.ha⁻¹ no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental

(Manaus), (Souza *et al.*, 2008). Em comparação com outras espécies, o crescimento é lento e não foi avaliado a possibilidade de extração do óleo.

Levando-se em conta o potencial econômico da espécie e sua exploração não sustentável, é fundamental que o plantio silvicultural seja estimulado. O plantio de copaíba pode ajudar na sua conservação e facilitar a vida dos extratores, além de garantir que o óleo-resina comercializado seja proveniente de uma única espécie, permitindo maior qualidade do produto final (Veiga Jr. & Pinto, 2002).

Características Gerais de Germinação e Morfologia das Plântulas de *Copaifera* spp.

A germinação de sementes de sete das nove espécies amazônicas de *Copaifera* (*C. duckei*, *C. glycyarpa*, *C. martii*, *C. multijuga*, *C. pubiflora*, *C. officinalis* e *C. reticulata*) que ocorrem na Amazônia apresentam as seguintes semelhanças: germinação unipolar, epígea e fanerocotiledonar, com reservas nos cotilédones demonstrando grande similaridade entre as espécies mesmo na fase de plântula (Silva, 2006; Brum *et al.*, 2007).

As sementes de *C. langsdorffii*, espécie do Cerrado, possui tegumento impermeável a água, sendo essa uma das características que faz com que as sementes apresentem dormência (Pereira *et al.*, 2009), enquanto que as sementes de *C. multijuga* possuem tegumento delgado, permeável a água e não apresentam dormência, pois dão início ao processo de embebição assim que colocadas em água (Brum *et al.*, 2007).

Influência da Temperatura na Germinação

A germinação depende da temperatura do ambiente, já que ela afeta todas as reações bioquímicas da planta e interfere na velocidade e percentual de germinação. As reações bioquímicas são catalisadas por enzimas, que podem ser estimuladas e/ou inibidas pela temperatura do ambiente. O efeito da temperatura na germinação possui geralmente uma curva em forma de concha assimétrica, no qual a temperatura ótima é resultado da maior estimulação dos processos enzimáticos em relação à inibição dos mesmos (Sutcliffe, 1977). Os limites térmicos (temperatura máxima e mínima) nos quais acima da máxima e abaixo da mínima não há mais germinação são chamados temperaturas cardinais, incluindo também a temperatura ótima, na qual se observa o maior percentual de germinação alcançado em um menor tempo (Labouriau, 1983).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento necessita de dados sobre a temperatura ótima de germinação para a formulação do protocolo e testar a qualidade das

sementes. Atualmente *C. multijuga* não está incluída nas Regras para Análise de Sementes do Brasil (Brasil, 2009). Dificultando a produção comercial de sementes.

Germinação de *C. multijuga* em Condições Controladas

Há relatos de germinação das sementes de *C. multijuga* tanto em viveiros quanto em ambientes de laboratório. Sob temperatura constante de 30 °C, a protrusão da radícula foi observada entre 7 e 24 dias após a semeadura e a formação de plântulas normais entre 9 e 52 dias, com tempo médio de 8 e 20 dias, respectivamente (Brum *et al.*, 2009). Não existe um estudo que comparou o efeito da temperatura na germinação das sementes de *C. multijuga* e dessa forma a temperatura ótima não foi determinada ainda.

Germinação de *C. multijuga* em Viveiro

Nos testes realizados em viveiro a emergência de *C. multijuga* necessitou de um período entre 7 e 66 dias (Alencar, 1981; Moreira & Moreira, 1996; Brum *et al.*, 2009), ocorrendo em média 22 dias após a semeadura (Camargo *et al.*, 2008). A formação de plântulas normais ocorre entre 14 e 66 dias, demorando em média 28 dias após a semeadura, a partir deste período todas as estruturas de uma plântula normal estavam presentes (Brum *et al.*, 2009).

Objetivos

Objetivo Geral

Determinar os regimes térmicos para sementes de *C. multijuga* indicando as temperaturas máxima, mínima e ótima para a condução do teste de germinação, fornecendo subsídios para inclusão da espécie nas Regras para Análises de Sementes do Brasil. Pela estreita relação entre teor de água e germinação, foi também objetivo quantificar o impacto da variação de umidade no processo de germinação.

Objetivos Específicos

- 1) Determinar as temperaturas críticas de germinação abaixo e acima das quais não há protrusão da radícula ou, quando ocorrer, não há formação de plântulas normais;
- 2) Estabelecer a temperatura ótima para formação de plântulas normais;
- 3) Avaliar influência do teor de água na germinação.

Capítulo 1

Temperatura da germinação e desenvolvimento inicial em três anos de frutificação de *Copaifera multijuga* Hayne - uma árvore da Amazônia

Ferreira, D.S.¹; Didonet, A.A.²; Ferraz, I.D.K³.

¹ Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia-INPA-Manaus- Amazonas. Danilo.ferreira@inpa.gov.br

² Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia-INPA- Manaus- Amazonas adriano.didonet@inpa.gov.br

³ Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia-INPA- Manaus- Amazonas isolde.ferraz@gmail.com

Resumo: Produtos derivados de *C. multijuga* são muito comercializados na região de Manaus, desta forma, há necessidade de plantios silviculturais e comércio de sementes. Sementes foram coletadas na região de Manaus-AM, em julho de 1991, 2011 e 2013 os experimentos foram realizados em câmaras de germinação com temperaturas constantes e intervalo de 5 °C, de 5 a 40 °C (± 1 °C) com fotoperíodo de 12 horas, foi testado a influência do teor de água na velocidade de germinação. Os critérios avaliados foram protrusão da raiz e a formação de plântulas normais. A germinação ocorreu entre 15 e 35 °C. Sendo as temperaturas, mínima e máxima, entre 10 e 15 °C e 35 e 40 °C, respectivamente. As temperaturas de 25 e 30 °C mais adequadas para a germinação de sementes de *C. multijuga*. O teor de água inicial do lote teve relação direta com a velocidade de germinação ($R=0,8363$).

Abstract: Products from *C. multijuga* are heavy marketed on the region of Manaus, so there is the need for silvicultural plantations and market of seeds. Seeds were heavily collected in the zone of Manaus-AM, on July at 1991, 2011 and 2013 the experiments were achieved in germination chambers with constant temperature, and intervals of 5° C, from 5° C till 40° C (+ 1° C) with 12 hours of photoperiod, the influence of water content on the germination's speed was evaluated. The evaluated criteria were the root's protrusion and the normal seedlings formation. The germination occurred between 15 and 35° C. The maximum and the minimum temperature were between 10° e 15° C and 35° C and 40° C, respectively. The temperatures of 25 and 30° C were more suitable to the germination of *C. multijuga* seeds. The lot's initial water content had a direct relationship with the germination's speed ($R=0,8363$).

Introdução

Copaifera multijuga conhecida popularmente como copaíba-roxa, ocorre nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso, Pará e Rondônia (Silva, 2006). A árvore pode atingir até 60 m de altura e 120 cm de diâmetro à altura do peito, o fuste geralmente é cônico, com casca lisa de coloração cinza a cinza-avermelhada com estrias verticais superficiais (Brum *et al.*, 2009). Todas as espécies deste gênero são de interesse econômico, principalmente pelo óleo-resina, extraído do tronco e utilizado com finalidades medicinais (Pinto & Maduro, 2003), cosméticos e para produção de vernizes (Alencar, 1982; Sampaio, 1999). Além disso, a madeira das copaíbas é bastante explorada para a fabricação de móveis e compensados (Alencar, 1982; Sampaio, 1999).

A temperatura é o principal fator ambiental que influencia tanto na germinação total como na velocidade e uniformidade do processo, pois ela atua sobre as reações bioquímicas e na velocidade de absorção de água (Marcos Filho, 2005).

O conhecimento das temperaturas cardeais ajuda a compreender a autoecologia da espécie e a distribuição geográfica (Labouriau, 1983). A temperatura ótima de germinação não é igual para todas as espécies. Sabe-se que para espécies tropicais a temperatura ótima está entre 25 a 30 °C (Ferraz & Calvi, 2011), entre elas as de ocorrência na Amazônia (Ferraz & Varela, 2003).

Conhecer a temperatura ótima de germinação é também um pré-requisito para inclusão de uma espécie na lista das Regras Para Análises de Sementes do Brasil (RAS). A avaliação da qualidade das sementes é importante tanto para o comprador como para o fornecedor e é realizada por laboratórios credenciados, sendo a certificação é exigida pela legislação brasileira para a comercialização de sementes e mudas (Lei Número 10.711, de 05-08-20034; decreto N° 5.153, de 23-07-20045).

Levando-se em conta a importância econômica, tanto do óleo como da madeira da copaíba, deve-se incentivar a silvicultura dessas espécies. O seu plantio racional pode contribuir com sua conservação, aumentar o retorno econômico e a qualidade do óleo. Sendo assim, este trabalho fornece informações básicas sobre as condições térmicas de germinação das sementes de *C. multijuga* e define as temperaturas cardeais. As informações básicas para apoiar a elaboração regras para análise das sementes desta espécie e dessa forma facilitar o comércio das suas sementes e incentivar a propagação e implementação de plantios florestais.

Material e métodos

Caracterização da Área

As sementes de *C. multijuga* foram coletadas de uma população natural durante o mês de julho nos anos de 1988, 1991, 2004, 2011 e 2013 na Reserva Florestal Adolpho Ducke, situada nas coordenadas 59°52'40'' e 59°52'00'' de longitude Oeste, e 3°00'00'' e 3°08'00'' de latitude Sul, ao norte de Manaus-AM, com acesso no km 25 da AM 010. A reserva é uma floresta de terra firme com solo do tipo latossolo amarelo distrófico (Umanã e Alencar 1993). O clima da área, segundo Köppen, é do tipo "Af", referente ao clima equatorial quente e úmido, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, com uma curta estação mais seca onde o menor índice (agosto) apresenta precipitação levemente inferior a 100 mm. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C e a amplitude térmica média anual inferior a 3°C. Os dados de pluviosidade dos anos de coleta de sementes foram obtidos na Estação Meteorológica da Reserva Ducke.

Coleta de Sementes

As árvores de *C. multijuga* possuíam aproximadamente 30 m, impossibilitando a coleta de sementes na copa e, portanto, as sementes foram coletadas, regularmente, no solo abaixo das matrizes. As sementes foram mantidas em sacos plásticos e transportadas ao Laboratório de Sementes em Manaus, sendo acondicionadas em câmara fria a 15 °C, até o beneficiamento e o início dos testes, todos realizados após o beneficiamento das sementes. Quando necessário, a extração de sementes dos frutos foi realizada manualmente e o arilo foi retirado das mesmas. Após o beneficiamento, as sementes foram homogeneizadas formando um único lote por ano.

As sementes dos lotes de 1991, 2011 e 2013 foram utilizadas para condução dos testes de germinação em condições controladas. Já os lotes de 1988, 1991 e 2004 foram utilizados para verificar a influência do teor de água inicial sobre a germinação.

Teste de Germinação

O efeito da temperatura na germinação foi avaliado nos lotes dos anos de 1991, 2011 e 2013. O lote de 2013 foi analisado duas vezes, sendo o segundo teste realizado um mês após a primeira semeadura do lote. Os testes de germinação foram realizados em câmaras de germinação (Tecnal[®], LMS[®], Fanem[®]), em temperaturas constantes com variação térmica (± 1 °C) e fotoperíodo de 12 horas fornecido por lâmpadas fluorescentes com luz branca fria (P.A.R: 42 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). O substrato utilizado foi vermiculita de granulação média,

previamente umedecida com água destilada na relação 1:3 (vermiculita (g): água (g)) e re-umedecida quando necessário. As sementes dos lotes de 1991 e 2011 foram semeadas em caixa do tipo gerbox (Tabela 1), enquanto as dos lotes de 2013 foram semeadas em bandejas plásticas, cada recipiente foi colocado em um saco plástico fino e transparente, evitando o dessecação excessivo. O delineamento foi inteiramente casualizado com 20x5 (sementes x repetição). Os detalhes das temperaturas estão especificados na tabela 1.

Tabela 1: Temperaturas de *C. multijuga* em três anos distintos de coleta, com as temperaturas testadas, número de matrizes coletadas, critérios avaliados e medidas dos recipientes utilizados em cada lote.

Ano	Matriz n=	Recipiente (cm)	Temperatura (°C)								Critério		
			5	10	15	20	25	30	35	40	R	PN	
1991	10	(11x11x4)				x	x	x	x			x	
2011	14	(11x11x4)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
2013(1)	7	(30x20x5)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2013(2)	7	(30x20x5)	x	x	x	x	x	x	x			x	x

As sementes foram semeadas acima do substrato e as avaliações foram realizadas diariamente até a estabilização do processo de germinação observando-se os seguintes critérios: protrusão da radícula, sendo consideradas como germinadas as sementes que apresentaram radícula com comprimento ≥ 5 mm. A avaliação das plântulas foi realizada no estágio de desenvolvimento em que os indivíduos possuíam o epicótilo com comprimento igual a largura dos cotilédones, sendo consideradas plântulas normais quando possuíam raízes, eixo hipocótilo-epicótilo e primeira folha em expansão em perfeito estágio de desenvolvimento.

Após a estabilização do processo germinativo os experimentos com temperaturas inferiores a 15 °C nos lotes de 2011 e 2013 foram transferidos para temperatura de 35 °C para avaliar se as sementes estavam quiescentes ou mortas através do teste de corte.

Foi considerada ao final do teste de germinação, de cada temperatura, a porcentagem de germinação e a velocidade do processo (1/tempo médio em dias). A normalidade dos dados foi testada e os tratamentos foram comparados entre si através da análise de variância (ANOVA) e quando houve diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

Determinação do Teor de Água

O teor de água inicial das sementes de cada lote foi determinado em estufa com temperatura constante a 105 °C (± 2) até a estabilização do peso, sendo expresso em base

úmida. Foram realizadas 60 repetições de 1 semente para cada lote e o teor de água dos lotes estimado a partir da média obtida das mesmas.

Teste Acústico

Os lotes coletados nos anos de 2011 e 2013 foram separadas sendo lançadas a 30 cm de altura em uma superfície lisa e classificadas em duas categorias de acordo com o som que produziram. Com baixo teor de umidade, as sementes produziram um som agudo, denominado “pling”, enquanto que com alto teor de umidade produziram um som abafado, denominado “plong”¹ (Brum *et al.*, 2009). Ao fim do teste acústico foi determinado o teor de umidade de 60 sementes “pling” e 60 sementes “plong”. Para comparação das médias das duas categorias, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de confiança.

Influência do Teor de Água na Velocidade de Germinação

A fim de testar a influência do teor de umidade inicial da semente sobre a velocidade de germinação utilizou-se sementes dos anos de 1988, 1991 e 2004 semeadas sobre vermiculita média, previamente umedecida na relação 1:3, em ambiente de viveiro e re-umedecidas quando necessário. O critério de germinação avaliado foi a emergência acima do substrato. Os dados de velocidade (1/tempo médio) e teor de umidade foram relacionados através de uma regressão simples.

¹ Brum *et al.* (2009) referem-se a essa categoria como “não-pling” porém nesse trabalho os autores consideraram mais didático o termo “plong” para designar as sementes com alto teor de umidade.

Resultados e Discussão

Temperatura mínima

Abaixo de 10 °C não houve protrusão da radícula, indicando que a temperatura mínima para germinação de sementes da espécie está entre 10 e 15 °C. Entretanto, a tolerância ao resfriamento foi menor (15 °C) para a formação de plântulas normais e a mínima encontra-se entre 15 e 20 °C (Fig. 2). Foi possível notar que as oscilações, na germinação máxima em cada repetição, foram maiores nas temperaturas próximas da mínima. As sementes da espécie *C. officinalis*, que ocorre em matas de galeria próximas de Boa Vista-RR, apresentaram temperatura mínima para protrusão da radícula mais alta (entre 15 e 20 °C) do que *C. multijuga*, entretanto a temperatura foi similar para a formação de plântula normal (Andrade Jr., 1998).

Uma redução de tolerância ao resfriamento na comparação da protrusão da raiz e da formação de plântulas normais é observada em várias espécies florestais do mesmo habitat de ocorrência da *C. multijuga* (terra firme na região de Manaus) como: *Maquira sclerophylla* (Miranda & Ferraz, 1999), *Parkia pendula* (Rosseto *et al.*, 2009) e *Theobroma grandiflorum* (Ferraz *et al.*, 2012). Outras espécies apresentaram a mesma temperatura mínima para ambos os critérios de germinação: *Clarisia racemosa* (Ferraz & Varela, 2003) e *Couratari guianensis* (Procópio *et al.*, 2008). A temperatura mínima para protrusão da primeira estrutura germinativa ficou entre 5 e 10 °C para *Theobroma grandiflorum* e entre 10 e 15 °C para as demais espécies mencionadas. A formação de plântulas normais apresentou temperatura mínima entre 15 e 20 °C para *Theobroma grandiflorum* (Ferraz *et al.*, 2012), e 20 e 25 °C para *Parkia pendula* (Rosseto *et al.*, 2009).

Desta forma, há respostas térmicas diferenciadas, entre as diferentes espécies que ocorrem no mesmo habitat, sendo que algumas apresentam a capacidade de germinar em temperaturas mais baixas, assim como também há variação na mesma espécie entre as temperaturas mínimas para protrusão da radícula e para formação de plântulas normais. A amplitude térmica encontrada entre as mínimas para protrusão da radícula e para formação de plântulas normais foi de 0 a 10 °C. Para se determinar com precisão a temperatura mínima deve-se diminuir o intervalo de variação de temperatura entre 10 e 15 °C.

Temperatura máxima

Na determinação da temperatura máxima houve tanto a protrusão da radícula como a formação de plântulas normais a 35 °C. No entanto, a 40 °C, em poucos dias as sementes encontravam-se mortas e com sinais de queimaduras, indicando que a temperatura máxima de germinação está situada entre 35 e 40 °C para ambos os critérios (Fig. 1 e 2). Ao se aproximar das máximas, as oscilações na germinação máxima para cada repetição diminuem. Esta mesma faixa (35 a 40 °C) foi indicada também como máxima para *Copaifera officinalis* (Andrade Jr., 1998).

Para *Clarisia racemosa* (Ferraz *et al.*, 2012) do mesmo habitat que a *C. multijuga* a temperatura máxima encontra-se entre 35 e 40 °C. As outras espécies do mesmo habitat, já estudadas, também não formaram plântulas normais a 40 °C, entretanto foi ainda registrada a protrusão da radícula de 90% em *Parkia pendula* (Rosseto *et al.*, 2009), 9% de *Couratari guianensis* (Procópio, 2008), entre 0 e 80% em *Theobroma grandiflorum* (Ferraz *et al.*, 2012). *Maquira sclerophylla* se apresentou como mais sensível do grupo estudado, pois não houve mais formação de plântulas normais a 35 °C (Miranda & Ferraz, 1999).

Na temperatura máxima, sementes florestais amazônicas se comportaram mais uniformemente do que na mínima, em que a maioria apresentou uma tolerância um pouco maior para a protrusão da radícula do que para a formação da plântula. Entretanto, a máxima se situou entre 35 e 40 °C, como a espécie deste estudo.

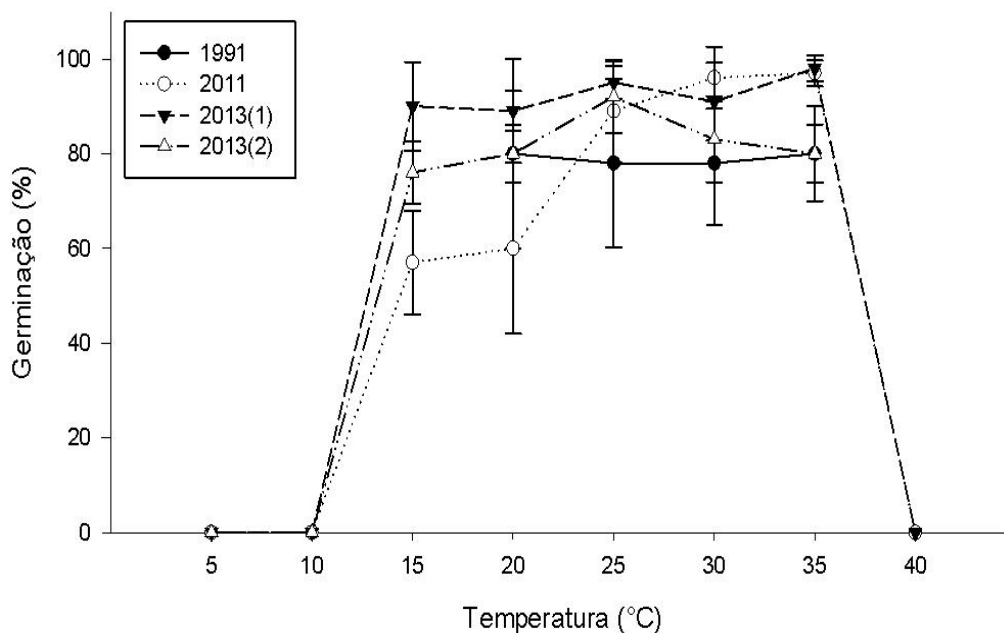


Figura 1: Protrusão da radícula em sementes de *C. multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando quatro lotes de três anos distintos de frutificação.

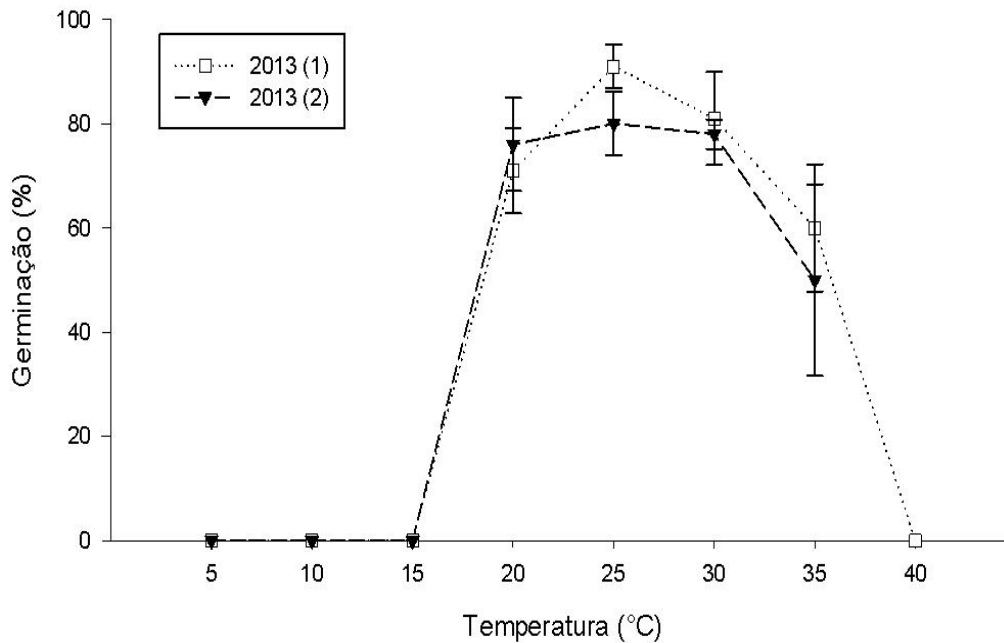


Figura 2: Formação de plântulas normais em *C. multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando dois lotes coletados em 2013.

Temperatura ótima

Para *C. multijuga*, as temperaturas de 25, 30 e 35 °C estimularam a protrusão da radícula (R) das sementes de todos os lotes (Tab. 2). Essa amplitude térmica se estendeu até 20 °C para sementes dos lotes de 1991 e 2013 (2), e até 15 °C para o lote de 2013 (1) (Tab. 2). Sementes expostas as temperaturas de 25 e 30 °C apresentaram maiores porcentagens de formação de plântulas normais (PN). No entanto, a amplitude térmica se estendeu até 20 °C para sementes do lote de 2013 (2) (Tab. 2). Desta forma para este critério 35 °C já foi considerada supraótima.

Como esperado a velocidade do processo de germinação aumentou com o aumento da temperatura, e reduziu quando a temperatura ótima foi ultrapassada (Tab. 2). Para protrusão da radícula a velocidade aumentou até 35 °C em todos os lotes avaliadas, com exceção do lote de 2013 (1) o qual apresentou velocidade máxima a 30 °C (Tab. 2 e Fig. 3). Para a formação de plântulas normais a temperatura que apresentou velocidade máxima (30 °C) (Fig. 4) coincidiu com a temperatura, do intervalo entre 20 e 30 °C, que resultou no maior percentual de formação de plântulas (Tab. 2).

Sendo assim, baseado nos resultados de formação de plântulas normais não houve diferença estatística entre 25 e 30 °C e na maior velocidade e uniformidade do processo a 30 °C (Tab. 2) a temperatura de 30 °C pode ser recomendada para as Regras de Análises de Sementes do Brasil na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *C. multijuga*.

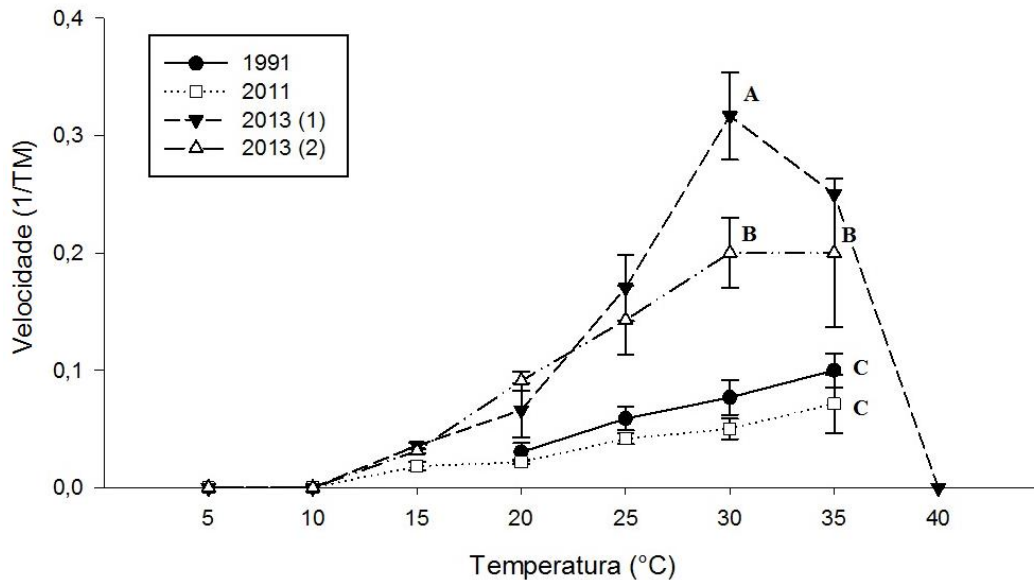


Figura 3: Velocidade (1/Tempo médio) de protrusão da radícula em sementes de *C. multijuga* sob diferentes temperaturas constantes, comparando quatro lotes de três anos distintos de frutificação.

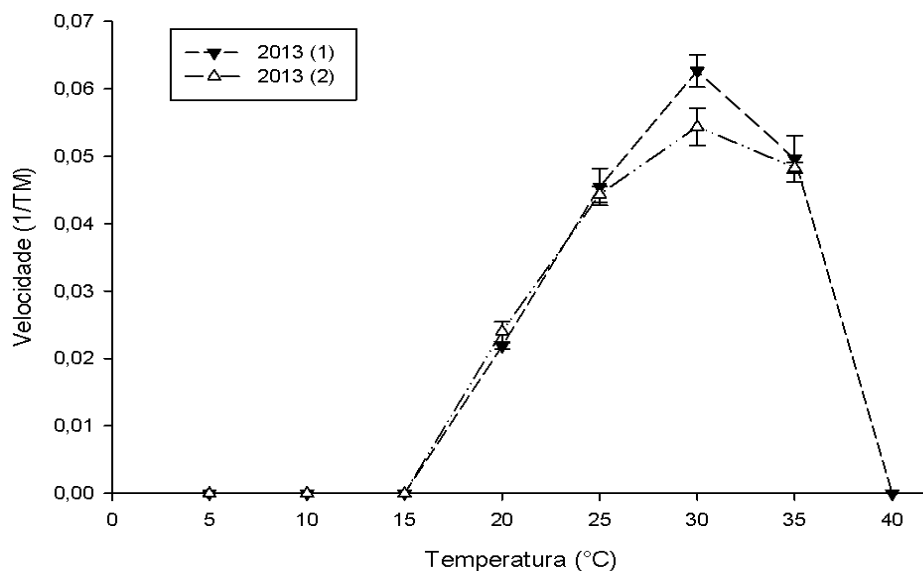


Fig. 4: Velocidade (1/Tempo médio) de formação de plântulas normais em *C. multijuga*, sob diferentes temperaturas constantes, comparando dois lotes coletados em 2013.

Em estudos anteriores, as sementes da copaíba de Roraima toleraram temperaturas mais altas e 30 e 35 °C foram consideradas como ótimas para protrusão da radícula e formação de plântulas normais (Andrade Jr., 1998). Após revisão do gênero, a copaíba identificada como *Copaifera officinalis* por Andrade Jr. (1998) é provavelmente *Copaifera*

pubiflora Benth (Silva, 2006). Esta espécie apresenta distribuição geográfica distinta (Colômbia, Venezuela, Guiana e no Brasil em Roraima) da *C. multijuga* registrada somente no Brasil nos estados de Rondônia, Amazonas, Pará, Bahia e Mato Grosso (Silva, 2006).

A temperatura de 30 °C apresentou maior eficiência na germinação das sementes da grande maioria (87%) das 30 espécies arbóreas ocorrentes no mesmo habitat do que a *C. multijuga* (Ferraz & Varela, 2003). Numa revisão sobre a temperatura de germinação de sementes das espécies florestais tropicais e subtropicais no Brasil (n=86) 35% apresentaram temperatura ótima de 30 °C, enquanto 25 °C foi mais adequada para 52% das espécies (Ferraz & Calvi, 2011).

Sendo assim, os resultados obtidos com *C. multijuga* encaixam-se com a maioria das espécies florestais da Amazônia de terra firme, pois aparentemente a temperatura de germinação para as espécies amazônicas é mais elevada em relação à temperatura ótima de germinação quando comparadas as demais espécies ocorrentes em território brasileiro.

Tabela 2: Germinação final (%) e velocidade do processo (1/Tempo médio), de protrusão da radícula (R) e formação de plântulas normais (PN), em *C. multijuga* entre 5 e 40 °C após classificação das sementes por um teste acústico e determinação do teor de água (TA %) das mesmas. (NA= não avaliado, †= morte da semente constatada pelo teste de corte).

		Ano	Classe acústica	TA (%)	5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		
Germinação (%)	1991*	Pling	R	27,6	NA	E	NA	E	NA		80 ±20,0	A	78 ±18,0	A	78 ±03,0	A	80 ±10,0	A	NA		
	2011	Pling	R	25,5	0 ±0,0	C	0 ±0,0	C	57 ±10,9	B	60 ±18,0	B	89 ±10,8	A	96 ±06,5	A	97 ±02,7	A	† 0		
	2013(1)	Plong	R	48,0	† 0	-	B	† 0	-	B	90 ±09,3	A	89 ±04,2	A	95 ± 03,5	A	91 ±08,2	A	98 ±02,7	A	† 0
	2013(2)	Plong	R	48,0	† 0	-	C	† 0	-	C	76 ±06,5	B	80 ±06,1	AB	92 ± 07,5	A	83 ±09,1	AB	80 ±06,1	AB	NA
	2013(1)	Plong	PN	48,0	† 0	-	D	† 0	-	D	0 ±0,00	D	71 ±08,2	BC	91 ± 04,1	A	81 ±08,9	AB	60 ±12,2	C	† 0
	2013(2)	Plong	PN	48,0	† 0	-	C	† 0	-	C	0 ±0,00	C	76 ±08,9	A	80 ± 06,1	A	78 ±02,8	A	50 ±18,3	B	NA
Velocidade 1/TM	1991	Pling	R	27,6	NA		NA		NA	0,03 ±0,008	D	0,05 ±0,009	C	0,07 ±0,009	B	0,08 ±0,007	A	NA			
	2011	Pling	R	25,5	0 ±0,0	E	0 ±0,0	E	0,02 ±0,003	D	0,02 ±0,003	CD	0,04 ±0,002	C	0,05 ±0,005	B	0,06 ±0,015	A	† 0		
	2013(1)	Plong	R	48,0	0 †	-	E	† 0	-	E	0,05 ±0,022	D	0,06 ±0,010	D	0,15 ±0,014	C	0,30 ±0,049	A	0,23 ±0,026	B	† 0
	2013(2)	Plong	R	48,0	0 †	-	E	† 0	-	E	0,03 ±0,002	D	0,08 ±0,009	C	0,13 ±0,023	B	0,21 ±0,026	A	0,22 ±0,040	A	NA
	2013(1)	Plong	PN	48,0	0 †	-	E	† 0	-	E	0,0 ±0,000	E	0,02 ±0,000	D	0,05 ±0,003	C	0,06 ±0,002	A	0,05 ±0,003	B	† 0
	2013(2)	Plong	PN	48,0	0 †	-	E	† 0	-	E	0,0 ±0,000	E	0,02 ±0,001	D	0,04 ±0,001	C	0,05 ±0,003	A	0,05 ±0,001	B	NA

Nas linhas, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, e pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Lote classificado como “pling” através do teor de água

Mudança de temperaturas

Em sementes colocadas para germinar em temperaturas subótimas verificou-se protrusão da radícula somente a 15 °C, sem desenvolvimento subsequente (Tab. 3), entretanto o lote de 2013 apresentou maior porcentagem final de protrusão da radícula (76 e 90%) do que o lote de 2011 (53%).

Para avaliar se estavam quiescentes ou mortas, as sementes dos experimentos sob baixa temperatura (5, 10 e 15 °C), foram transferidas para 35 °C, após 65 dias de acompanhamento. Após a transferência de 15 °C, somente o lote de 2011 aumentou significativamente a porcentagem de protrusão da radícula (de 53% para 83%; Tab. 3), entretanto o valor foi inferior ao das sementes colocadas diretamente a 35 °C, indicando que a germinabilidade foi prejudicada pela permanência a 15 °C.

As sementes da frutificação de 2013 alcançaram a mesma alta porcentagem de protrusão da radícula a 15 °C como a 35 °C, e desta forma, os valores não aumentaram após transferência (Tab. 3). Entretanto, no desenvolvimento subsequente formaram exclusivamente plântulas anormais com crescimento reduzido da raiz primária e poucas raízes secundárias (Fig. 5 B2). Às vezes também a primeira folha apresentou-se atrofiada (Fig. 5 A2). Após transferência de sementes, do lote de 2011, das temperaturas de 5 e 10 °C para 35 °C observou-se protrusão da radícula de 43 e 40%, respectivamente. Diferentemente dos resultados dos lotes de 2013, nos quais nenhuma das sementes sobreviveu 65 dias a 5 e 10 °C.

Tabela 3: Germinação (%) de *C. multijuga* após a transferência das sementes de temperaturas subótimas (5,10 e 15 °C) para 35 °C, avaliando a protrusão da radícula (R), formação de plântulas normais (PN) e anormais (PA).

Lote		Temperatura (°C)									
		5	→	35	10	→	35	15	→	35	35
2011	R	0 E		43 D	0 E		40 D	53 C		83 B	97 A
2013 (1)	R	0 B		0 B	0 B		0 B	90 A		90 A	98 A
2013 (2)	R	0 B		0 B	0 B		0 B	76 A		76 A	81 A
2013 (1)	PN	0 B		0 B	0 B		0 B	0 B		0 B	60 A
2013 (2)	PN	0 B		0 B	0 B		0 B	0 B		0 B	50 A
2013 (1)	PA	0 C		0 C	0 C		0 C	0 C		38 B	15 A
2013 (2)	PA	0 C		0 C	0 C		0 C	0 C		20 B	12 A

Nas linhas, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, avaliadas pela análise de variância, e pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

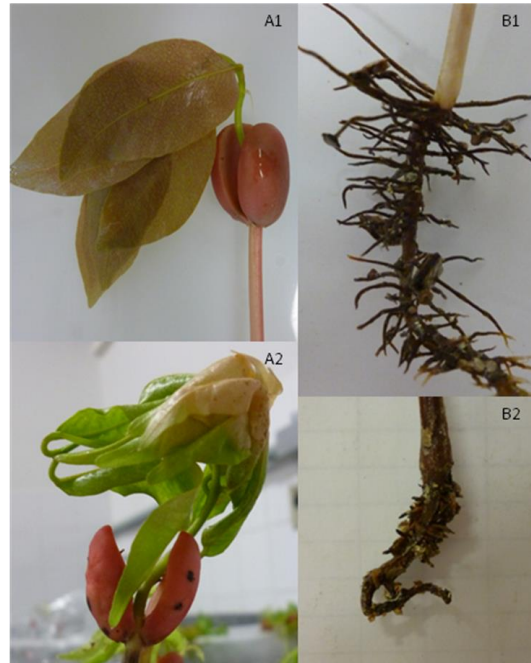


Figura 5: Comparação entre parte aérea (A) e raiz (B) de plântulas normais (1), formadas na temperatura de 35 °C, com plântulas anormais (2), formadas após a transferência das sementes da temperatura de 15 °C para 35 °C.

A refrigeração também foi prejudicial para as sementes de copaíba de Roraima, as quais foram transferidas após 30 dias para 35 °C; as de 5 °C apresentaram 10% e as de 10 °C apresentaram 50% de germinação, enquanto que as colocadas diretamente a 35 °C apresentaram 98% de germinação. A 15 °C observou-se 85% de protrusão da radícula com anormalidade em todas as plântulas e não houve transferência (Andrade Jr., 1998).

Comparando as coletas de *C. multijuga* verificou-se que o lote de 2011 tinha teor de água de 25,5%, mais baixo do que os lotes de 2013 com 48,0%. É possível que o teor de água inicial mais elevado e a umidade fornecida para a germinação tenha ocasionado a morte das sementes a 5 e 10 °C nos lotes de 2013. Para sementes do lote de 2011 com teor de água mais baixo a umidade fornecida foi menos prejudicial durante o tempo de observação (65 dias), pois à velocidade reduzida de embebição pode ter atrasado os efeitos negativos. Uma vez que, o armazenamento a 8 °C em sementes de *C. multijuga* com teor de água de 24%, manteve a viabilidade inicial das sementes por quatro meses e somente em período maior a germinabilidade foi reduzida (Garcia & Lima 2000), isso demonstra que a refrigeração até estas temperaturas por um período curto, não é necessariamente prejudicial para as sementes desta espécie.

Diferenças entre as classes acústicas

As sementes de todas as frutificações foram avaliadas logo após a coleta no laboratório, e diferenças no teor de água das sementes entre os lotes deve ter sido ocasionada por fatores ambientais na floresta. As sementes das três frutificações foram provenientes da mesma população e, portanto, a diferença no teor de água não deve estar relacionada a variações genéticas entre os lotes.

Geralmente a frutificação de *C. multijuga* ocorre em meses com menor pluviosidade (Alencar, 1988). Todas as coletas deste estudo foram obtidas no mês de julho. Este mês apresentou em 2013, pluviosidade 2,5 vezes maior, cerca de 200 mm, do que nos anos de 1991 e 2011, cerca de 70 mm (Fig. 6). Os frutos de copaíba são legumes e, após a abertura, a semente continua aderida ao fruto pelo arilo carnoso, ficando exposta às condições ambientais até a sua dispersão. Várias podem ser as causas da variação do teor de água das sementes recém colhidas entre anos com condições climáticas distintas: 1) a secagem natural no final da maturação pode ser afetada pela umidade relativa do ar e pela pluviosidade; 2) alta umidade e chuvas frequentes podem também provocar o início do processo de embebição das sementes ainda na planta-mãe; 3) uma embebição precipitada pode ocorrer pela entrada de água através de pequenos orifícios feitos por besouros, que foram observados em frutos verdes.

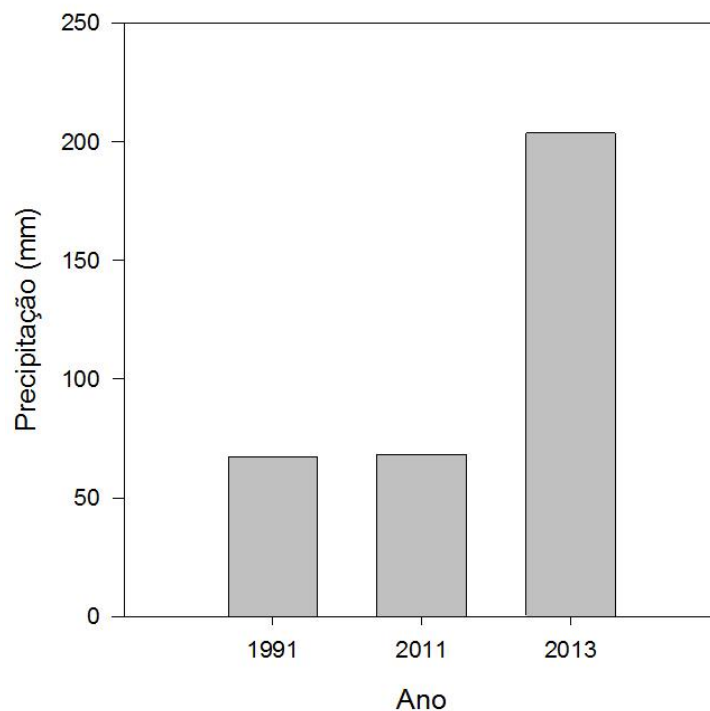


Figura 6: Pluviosidade média mensal na Reserva Florestal Adolpho Ducke durante a coleta de sementes de *C. multijuga*, em julho de 1991, 2011 e 2013.

Grande variação no teor de água entre coletas e entre matrizes de *C. multijuga* foi relatada também por Brum *et al.* (2009). Estes autores sugeriram um teste acústico para distinguir as sementes que podem ser armazenadas (sendo as mais secas e com som “pling”), das que precisam ser semeadas imediatamente por não tolerar o dessecamento (sendo as sementes com maior teor de água e com som acústico “não pling”). Entretanto os autores se basearam em experiências empíricas sem correlação estatística entre o teste acústico e o teor de água das sementes.

Foi verificada uma diferença estatística ($P \leq 0,001$) entre o teor de água das duas classes. Sementes “pling” apresentaram na avaliação individual teor de água médio de 23,5% ($\pm 6,5$) e as sementes “plong” 41,4% ($\pm 9,2$; Fig. 7), corroborando com a utilidade do teste e as classes propostas por Brum *et al.* (2009) que tinham indicado teor de água menor que 20% para as sementes “pling”.

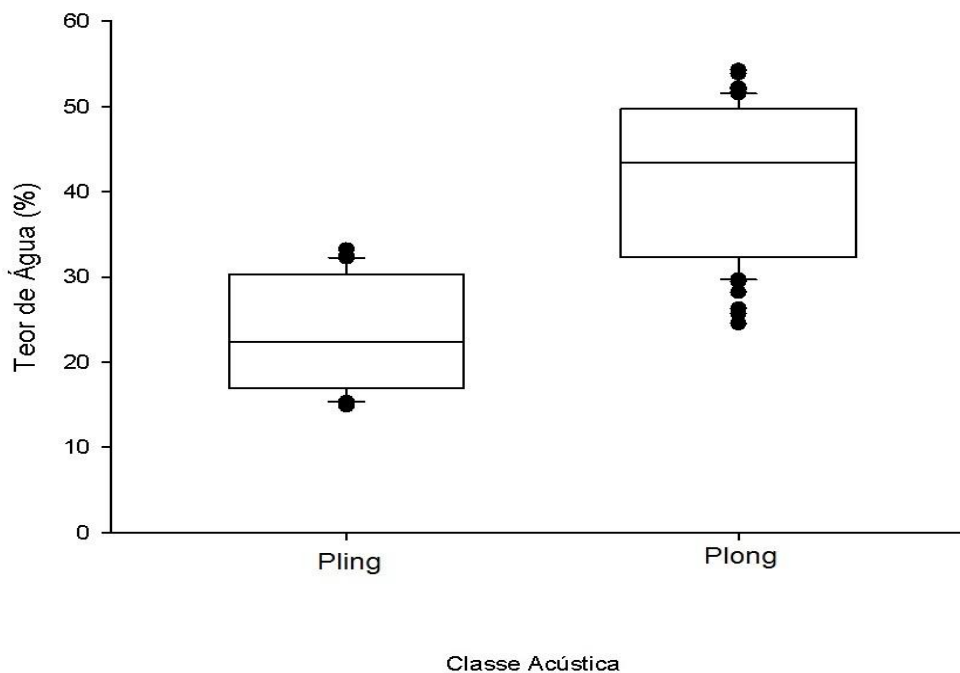


Figura 7: Teor de água das sementes após classificação acústica em “pling” (23,6 \pm 6,5%) e “plong” (41,4 \pm 9,2%). As classes apresentam diferença significativa estatística pelo teste de Tukey 5%.

Observou-se grandes diferenças entre o teor de água das sementes nas três coletas deste estudo. A coleta de 2011 com teor de água de 25,5% com sementes “pling” e a de 1991 com teor de água de 27,5% pode ser classificada também como “pling”. Os lotes de 2013 com teor de água de 48% apresentaram sementes “plong”. Outra variável com grande diferença entre os lotes foi a velocidade de protrusão da radícula na temperatura ótima (Fig. 3); os lotes

de 1991 e 2011 apresentaram velocidade reduzida (estatisticamente iguais) quando comparados à coleta de 2013.

Uma relação positiva ($R^2=0,8363$) entre o teor de água das sementes de *C. multijuga* e a velocidade de germinação foi encontrada, ou seja, com aumento do teor de água das sementes no momento da sementeira, aumenta-se a velocidade de protrusão da radícula (Fig. 8).

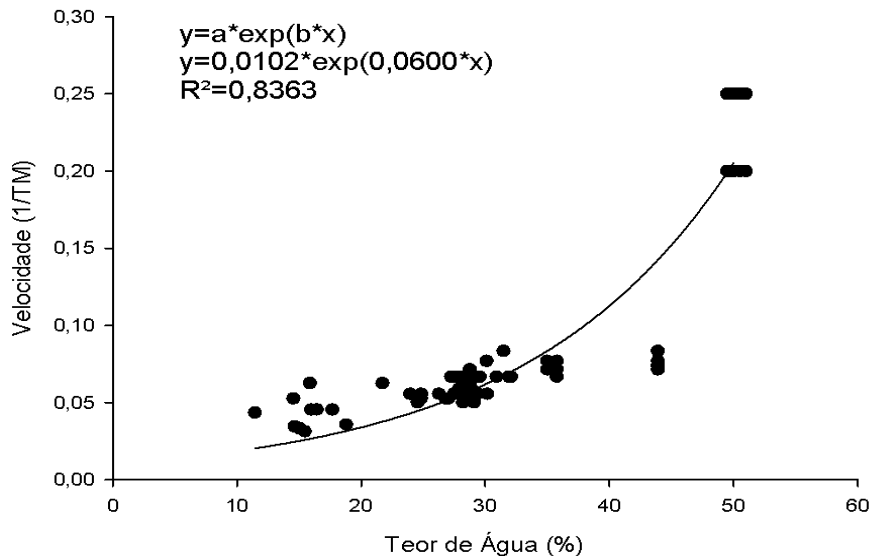


Figura 8: Efeito do teor de água de sementes antes da sementeira sobre a velocidade (1/tempo médio) de protrusão da radícula de *C. multijuga*. Dados compilados (n= 58) durante três anos de frutificação (1988, 1991 e 2004).

Até cerca de 45% de teor de água, pouco são os ganhos na velocidade de germinação das sementes. A partir desse ponto, a cada 1% de água na semente os incrementos na velocidade ocorrem exponencialmente. Sementes mais secas de 2011 demoraram a atingir a germinação máxima, enquanto que as mais úmidas atingiram seus percentuais máximos a 15 °C. As sementes secas de 1991 pouco variaram sua germinação entre 20 e 35 °C (Fig. 3).

Quando as sementes estão com cerca de 25% de água as temperaturas de 20 e 25 °C garantem altos percentuais de germinação, porém a oscilação é alta. Entre 25 e 30 °C, independente da umidade ocorre alta germinação e formação de plântulas normais, porém a 25 °C esse processo é lento (Fig.4).

Essa relação entre teor de água e velocidade de germinação também foi encontrada na copaíba de Roraima, foi observado que a redução em 1% no teor de água elevou o tempo médio em 2,5 dias, aproximadamente (Andrade Jr., 1998). Neste sentido, verificamos que a classificação acústica no momento da coleta fornece dados tanto para o armazenamento (Brum *et al.*, 2009) como para estimar a velocidade de germinação do lote.

Conclusões

1 – As condições climáticas no final da frutificação podem influenciar o teor de água das sementes afetando a velocidade de germinação. O teste acústico além de distinguir efetivamente sementes secas das úmidas pode ser utilizado para estimar a velocidade de germinação do lote de sementes.

2 – A temperatura mínima para protrusão da radícula foi entre 10 e 15 °C e para formação de plântula normal a temperatura mínima entre 15 e 20 °C. Mesmo após a transferência de 15 °C para 35 °C não houve a formação de plântulas normais, demonstrando que esta temperatura é prejudicial às sementes de *C. multijuga*. A temperatura máxima para ambos os critérios testados foi entre 35 e 40 °C. No entanto, na temperatura de 35 °C foi houve redução na formação de plântulas normais. O intervalo entre a temperatura mínima e a temperatura máxima é maior para protrusão da radícula do que para formação de plântulas. Nesse contexto, o tegumento confere proteção às oscilações de temperatura ainda que as sementes da espécie não sejam dormentes.

3 – Para alcançar altos percentuais de protrusão da radícula, formação de plântulas normais e menores oscilações desses percentuais, a incubação deve ser feita a 30 °C. Nesta temperatura também é esperada maior velocidade de germinação.

Referências Bibliográficas

- Alencar, J.C. 1981. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. I – Produção de óleo-resina. *Acta Amazonica* (11): 3-11.
- Alencar, J.C. 1982. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. II – Produção de óleo-resina. *Acta Amazonica*, 12: 75-89.
- Alencar, J.C. 1984. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. III – Produção de óleo-resina. *Acta Amazonica* (14): 255-279.
- Alencar, J.C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. IV – Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. *Acta Amazonica*, 18(3-4), 255-279.
- Andrade Jr., M.A. 1998. Sementes de copaíba (*Copaifera officinalis* L. Caesalpiniaceae): uma abordagem autoecológica, fisiológica e tecnológica. 114f. Dissertação de Mestrado em Biologia Tropical, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.
- Azevedo, O.C.R.; Wadt, P.G.S.; Wadt, L.H.O. 2004. Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina. Embrapa, Rio Branco. 28 p.
- BEWLEY, D.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York : Plenum, 1994. 445p.
- Brasil. 2009. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasília, 399 p.
- Brum, H.D.; Camargo, J.L.C., Ferraz, I.D.K. 2009. Copaíba-roxa, *Copaifera multijuga* Hayne. *In*: Manual de sementes da Amazônia (Ferraz, I. D. K.; Camargo, J. L. C. Ed.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. Fascículo 9. p. 2-11.
- Brum, H.D.; Mesquita, M.R.; Ferraz, I.D.K. 2007. Descrição comparativa dos propágulos e plântulas de *Copaifera multijuga* Hayne e *C. officinalis* Jacq. (Fabaceae). *Revista Brasileira de Biociências* (5): 351-353.
- Camargo, J.L.C.; Ferraz, I.D.K.; Mesquita, M.R.; Santos, B.A.; Brum, H.D. 2008. Guia de propágulos e plântulas da Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 168 p.
- Façanha, J.G.V.; Varela, V.P. 1986/87. Resultados preliminares de estudos sobre a conservação e composição bioquímica de sementes de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) – Leguminosae. *Acta Amazonica* (16/17): 377-382.
- Ferraz, I.D.K. & Calvi, G.P. 2011. Teste de germinação. *In* Manual de procedimentos para análises de sementes florestais (Lima Jr., M.J.V. ed.). Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, p. 146.
- Ferraz, I.D.K.; Albuquerque, M.C.F.; Calvi, G.P.; Farias, D.L. 2012. Critérios morfológicos e temperatura para avaliação da germinação das sementes de cupuaçu. *Revista de Fruticultura Brasileira*, 34(3): 904-914.
- Garcia, L.C.; Lima, D. 2000. Comportamento de sementes de *Copaifera multijuga* durante o armazenamento. *Acta Amazônica*, 30: 369-375.

- Labouriau, L.G. 1983. Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes. *In: Anais do XXXIV CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA*, Rio Grande do Sul, p.11-50.
- Marcos Filho, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Fealq, Piracicaba, São Paulo, 2005, 495p.
- Miranda, P.R.M. & Ferraz, I.D.K. 1999. Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg. *Brazilian Journal of Botany*, 22(2): 303-307.
- Moreira, F.M.S.; Moreira, F.W. 1996. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. *Acta Amazonica* (26): 3-16.
- Oloff, H.; Pegtel, D.M.; Van Groenendael, J.M.; Bakker, J.P. 1994. Germination strategies during grassland and successions. *Journal of Ecology*, 82: 69-77.
- Pereira, R.S.; Santana, D.G.; Ranal, M.A. 2009. Emergência de plântulas oriundas de sementes recém-colhidas e armazenadas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpinioideae), Triângulo Mineiro, Brasil. *Árvore* (33): 643-652.
- Pinto, A.A.C.; Maduro, C.B. 2003. Produtos e subprodutos da medicina popular comercializados na cidade de Boa Vista, Roraima. *Acta Amazonica*, 33: 281-290.
- Procópio, L.; Ferraz, I.D.K.; Oliveira, D. 2008. Temperatura de germinação das sementes de *Couratari guianensis* Aubl. (Lecythidaceae) da Amazônia central. *In IV Congresso Florestal Latinoamericano*. Conflat, Mérida, p. 1-9.
- Rosseto, J.; Albuquerque, M.C.F.; Rondon Neto, R.M.; Silva, I.C.O. 2009. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. 33(1): 47-55.
- Sampaio, P.T.B. 1999. Copaíba-Copaifera multijuga. *In Biodiversidade Amazonica: exemplos e estratégias de utilização* (Clay, J.; Sampaio, P.T.B.; Clement, C.R., eds.). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas, p. 207-217.
- Silva, R.C.V. M. 2006. Taxonomia das espécies de *Copaifera* L. (Leguminosae – Caesalpinioideae) ocorrentes na Amazônia brasileira. 260f. Tese de Doutorado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- Souza, C.R.; Lima, R.M.B.; Azevedo, C.P.; Rossi, L.M.B. 2008. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Florestalis* (36): 7-14.
- Souza, V.; Lorenzi, H. 2008. Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Instituto Plantarum, São Paulo. 704 p.
- Sutcliffe, J.F. 1977. Plants and temperature. The Institute of Biology's Studies in Biology, London. 57 p.
- Umaña, C.L.A.; Alencar, J.C. 1993. Comportamento fenológico da sucupira-preta (*Diploptropis purpúrea* Rich. Amsh. Var. *coriácea* Amsh) na Reserva Florestal Ducke. *Acta Amazonica* (23): 199-211.
- Veiga Júnior, V.F.; Pinto, A.C. 2002. O gênero *Copaifera* L. *Química nova* (25): 273-286.