

Sementes: Ciência, Tecnologia e Inovação

**Igor Luiz Vieira de Lima Santos
(Organizador)**



Atena
Editora

Ano 2019

Igor Luiz Vieira de Lima Santos

(Organizador)

Sementes: Ciência, Tecnologia e Inovação

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|---|
| S471 | Sementes [recurso eletrônico] : ciência, tecnologia e inovação / Organizador Igor Luiz Vieira de Lima Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-597-6 DOI 10.22533/at.ed.976190309 1. Alimentos – Exportação – Brasil. 2. Sementes – Produção – Brasil. I. Santos, Igor Luiz Vieira de Lima. CDD 631.5 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Sementes: Ciência, Tecnologia e Inovação, surge em meio a uma necessidade humana iminente e notória por alimentos em abundância. A escassez, as guerras, a necessidade por combustível, o deplorável espírito humano infelizmente estão propiciando cenas lamentáveis de fome e pobreza nos confins do mundo, principalmente nos países subdesenvolvidos, onde os latifúndios são uma grande atividade agrícola direcionada para a produção de combustíveis, gado ou para exportação.

Sim, existe a produção de hortaliças, de ervas, de arbustos, leguminosas, frutíferas entre tantas outras variedades, porém a atenção dada a essa produção para direcioná-la para a fome do povo brasileiro ainda está relegada a uma pequena minoria dos grandes empresários. Terras vastas e potencial biotecnológico ilimitado compõem nosso País, mas os investimentos em ciência e tecnologia não condizem com a imensidão do nosso Brasil.

A expectativa da melhoria da qualidade dos alimentos produzidos mundo afora passa primeiramente pela Ciência, Pesquisa e Inovação estas três bases podem otimizar a produção e suprir a constante demanda crescente mundial por alimentos. Tudo isso começa pela semente, pela semente que a sociedade planta na expectativa de colher um bom fruto um dia talvez, quem sabe, possivelmente, se olharmos mais para o que está nas nossas mãos, ao nosso alcance a nossa semente, e menos a que está na mão dos outros.

As sementes são o princípio da vida desde que deixamos de ser nômades, para começar a cultivar nosso próprio alimento. Elas representam a origem da civilização como a conhecemos, por seu intermédio fomos capazes de nos instalar em ambientes antes inexplorados. As sementes representam ainda a capacidade inventiva dos humanos, selecionando, melhorando, cultivando, propiciando o surgimento de novas linhagens de novas cultivares, fazendo com que as plantas mostrem seu maior potencial e que possam, em verdade e por excelência, servir a sociedade, alimentar os indivíduos, vesti-los, reconforta-los, e suprir a necessidade fisiológica de sobrevivência.

A biotecnologia, seja clássica ou molecular, tem buscado otimizar todos os processos envolvidos na produção e qualidade das sementes para que as mesmas sirvam ao seu principal propósito, que é a utilização pela sociedade nos mais variados ramos agropecuários. Atualmente esforços tem sido empreendidos para a manutenção dos bancos genéticos de sementes selvagens ou melhoradas, conhecidos como bancos de germoplasma. É sempre importante ter acesso a esses bancos na busca pela manutenção do potencial genético das espécies e a possível utilização dos mesmos futuramente para testes de melhoramento, sejam clássicos ou moleculares, pelos cientistas.

Por falar neles, nós, você e eu, leitores e escritores que tanto lutamos pela ciência que tanto tentamos, apesar das imensas dificuldades, desenvolver trabalhos de excelência que possam ser de algum modo aproveitados pela sociedade, aplicados para o bem-estar humano.

É nesse contexto que se insere os trabalhos apresentados neste livro.

Começando assim, pela tentativa de entender o mundo com a análise de bactérias fixadoras de nitrogênio em cultura de soja, uma das grandes commodities brasileiras, pelo trabalho intitulado: DISCRIMINAÇÃO ISOTÓPICA DO ^{15}N EM N_2 FIXADO NA SOJA EM FUNÇÃO DE CULTIVARES E ESTIRPES DE *BRADYRHIZOBIUM* SPP. Em seguida o livro nos traz discussões sobre a Grápia ou Garapeira, uma planta com uma infinidade de usos comerciais ou medicinais, analisando seus aspectos biométricos para a aplicação na seleção de linhagens com maior eficiência produtiva BIOMETRIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE *APULEIA LEIOCARPA* (VOGEL) J.F.MACBR. A qualidade da semente do roxinho, planta endêmica amazonense, é analisada no próximo trabalho só que em diferentes substratos procurando melhores formas para sua produção CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE *PELTOGYNE GRACILIPES* EM DIFERENTES SUBSTRATOS. O vigor das sementes é essencial para o seu sucesso e é disso que trata o Capítulo 4, onde a soja e seu armazenamento são o foco do estudo influenciando a capacidade germinativa DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO TAMANHO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO. O trabalho seguinte lida com uma espécie pioneira que pode ser utilizada para reflorestamento, mas que o conhecimento a respeito do seu potencial germinativo ainda é escasso, sendo assim foi realizado o trabalho intitulado MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *SENEGALIA POLYPHYLLA* (DC.) BRITTON & ROSE na expectativa de trazer respostas para essas questões. E para concluir a EMBRAPA mostra seu know-how tratando do tema germinação em dois artigos utilizando soja e em seguida a canela do ceilão, duas variedades de interesse comercial que podem apresentar dificuldades de manejo germinativo, este sendo favorecido e entendido por estudos como os aqui descritos: TÉCNICAS DE UNIFORMIZAÇÃO DE GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES NA QUALIDADE DE PLÂNTULAS DE SOJA BRS; TRATAMENTOS DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CINNAMOMUM ZEYLANICUM* COM SOLUÇÃO NUTRITIVA, assim é possível entender como melhorar a germinação de espécies comercialmente estabelecidas, bem como melhorar a produção e a perspectiva de espécies ainda desconhecidas, porém bastante utilizadas.

Com essa breve apresentação esperamos situar o leitor a respeito da obra, além de fazer o mesmo pensar um pouco na problemática mundial, que muitas vezes envolve uma coisa tão pequena que não damos nem valor, como são as sementes. Porém sem elas, sem ciência, sem tecnologia e sem inovação não seremos capazes de mudar o mundo para melhor.

Meus agradecimentos a cada leitor que acessar esse trabalho e que por um momento se faça pensar, saia do conforto, realize reflexões significativas e usufrua este trabalho para todos os seus objetivos. Que todos tenham uma boa leitura.

Igor Luiz Vieira de Lima Santos

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| DISCRIMINAÇÃO ISOTÓPICA DO ¹⁵ N EM N ₂ FIXADO NA SOJA EM FUNÇÃO DE CULTIVARES E ESTIRPES DE <i>BRADYRHIZOBIUM SPP</i> | |
| Karla Emanuelle Campos Araujo Carlos Vergara Robert Michael Boddey Segundo Urquiaga | |
| DOI 10.22533/at.ed.9761903091 | |
| CAPÍTULO 2 | 16 |
| BIOMETRIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE <i>APULEIA LEIOCARPA</i> (VOGEL) J.F.MACBR | |
| Queli Cristina Lovatel Renata Diane Menegatti Mariane de Oliveira Pereira Márcio Carlos Navroski Oscar José Smiderle Aline das Graças Souza Luciana Magda de Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.9761903092 | |
| CAPÍTULO 3 | 27 |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>PELTOGYNE GRACILIPES</i> EM DIFERENTES SUBSTRATOS | |
| Oscar José Smiderle Aline das Graças Souza Dalton Roberto Schwengber Jane Maria Franco de Oliveira Rosiere Fonteles de Araújo Bárbara Crysthina Lucas da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.9761903093 | |
| CAPÍTULO 4 | 41 |
| DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO TAMANHO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO | |
| Leticia Delavalentina Zanachi Cristina Fernanda Schneider | |
| DOI 10.22533/at.ed.9761903094 | |
| CAPÍTULO 5 | 53 |
| MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>SENEGALIA POLYPHYLLA</i> (DC.) BRITTON & ROSE | |
| Patrícia Gibbert Kelly Thais Canello Marlene de Matos Malavasi Ubirajara Contro Malavasi | |
| DOI 10.22533/at.ed.9761903095 | |

CAPÍTULO 6 66

TÉCNICAS DE UNIFORMIZAÇÃO DE GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES NA QUALIDADE DE PLÂNTULAS DE SOJA BRS

Oscar José Smiderle
Aline das Graças Souza
Renata Diane Menegatti
Hananda Hellen da Silva Gomes
Vicente Gianluppi
Daniel Gianluppi

DOI 10.22533/at.ed.9761903096

CAPÍTULO 7 76

TRATAMENTOS DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CINNAMOMUM ZEYLANICUM* COM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Oscar Jose Smiderle
Aline das Graças Souza

DOI 10.22533/at.ed.9761903097

SOBRE O ORGANIZADOR..... 84

ÍNDICE REMISSIVO 85

DISCRIMINAÇÃO ISOTÓPICA DO ^{15}N EM N_2 FIXADO NA SOJA EM FUNÇÃO DE CULTIVARES E ESTIRPES DE *BRADYRHIZOBIUM SPP*

Karla Emanuelle Campos Araujo

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Fitotecnia, Seropédica – Rio de
Janeiro

Carlos Vergara

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos, Seropédica – Rio de
Janeiro

Robert Michael Boddey

Embrapa Agrobiologia, Seropédica – Rio de
Janeiro

Segundo Urquiaga

Embrapa Agrobiologia, Seropédica – Rio de
Janeiro

RESUMO: A técnica mais utilizada para a quantificação da contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas é a abundância natural de ^{15}N . Quando se faz o uso dessa técnica, é necessário determinar o valor 'B', que é o valor da abundância natural do ^{15}N do N na leguminosa derivada da FBN. Essa determinação se torna importante para a cultura da soja, que obtém altas proporções do seu N, a partir do processo da FBN, em solos com baixos teores de N. O objetivo do experimento foi de conferir a fixação de N_2 de duas estirpes de *B. diazoefficiens*, uma estirpe de *B. japonicum* e seis estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* e a abundância natural de ^{15}N do N_2 fixado pelas

estirpes em simbiose com três cultivares de soja. Para avaliar o valor 'B' da FBN resultante da simbiose entre as cultivares (cv) de soja BRS 133, BRS 184, MONSOY9144 e nove estirpes de *Bradyrhizobium*, o cultivo da soja foi realizado em vasos Leonard, utilizando substrato de areia e perlita na proporção 1:1 (v/v). Quarenta e sete dias após o plantio, as plantas foram colhidas e calculou-se o valor 'B'. As cultivares não diferiram entre si no valor 'B' da parte aérea (B_{pa}). Mas os B_{pa} das plantas inoculados com *B. elkanii* mostraram uma tendência de abundância de ^{15}N ser menos negativa do que no caso da inoculação com *B. diazoefficiens* e *B. japonicum*. Os valores 'B' da planta inteira da inoculação com *B. elkanii* foram muito semelhantes aos dos *B. diazoefficiens* e *B. japonicum*; e em todos os casos menos de 1 delta (‰) diferente de zero para abundância natural. Este estudo não apoia a hipótese de que há um fracionamento isotópico no processo da fixação de N_2 pela simbiose soja/*Bradyrhizobium*.

PALAVRAS-CHAVE: Abundância natural de ^{15}N ; valor 'B'; fracionamento isotópico.

ABSTRACT: The most used technique for the quantification of the contribution of biological nitrogen fixation (BNF) in legumes is the natural abundance of ^{15}N . When using this technique, it is necessary to determine the value 'B', which is the natural abundance value of ^{15}N of N in the legume derived from the BNF. This determination becomes important for the soybean crop, which obtains high proportions of its N, from the BNF process, in soils with low N contents. The objective of the experiment was to check the N_2 fixation of two *B. diazoefficiens* strains, one *B. japonicum* strain and six *B. elkanii* strains, and the natural ^{15}N abundance of N_2 fixed by the strains symbiosis with three soybean cultivars. To evaluate the 'B' value of the BNF resulting from the symbiosis between cultivars (cv) soybean BRS 133, BRS 184, MONSOY9144 and nine strains of *Bradyrhizobium*. Soybean plants for all treatments were grown under equal conditions, soybean cultivation was carried out in Leonard pots using sand substrate and perlite in the proportion 1: 1 (v / v). Forty days after planting, the plants were harvested and a 'B' value was calculated. The cultivars did not differ in the 'B' value of the aerial part (B_{pa}). But the ' B_{pa} ' of plants inoculated with *B. elkanii* showed a tendency of abundance of ^{15}N to be less negative than in the case of inoculation with *B. diazoefficiens* and *B. japonicum*. The 'B' values of the whole plant of *B. elkanii* inoculation were very similar to those of *B. diazoefficiens* and *B. japonicum*; and in all cases less than 1 delta (‰) other than zero for natural abundance. This study does not support the hypothesis that there is isotopic fractionation in the N_2 fixation process by soybean/*Bradyrhizobium* symbiosis.

KEYWORDS: ^{15}N natural abundance; 'B' value; Isotopic fractionation.

1 | INTRODUÇÃO

Na safra 2017/2018, no Brasil, um total de 35 milhões de hectares de soja foi colhido com um rendimento total de 119 milhões de toneladas (Tg), uma média de 3.300 Mg ha⁻¹ (IBGE-LSPA 2018). A soja é favorecida como commodity devido ao seu alto teor de proteína de 37 a 40% (~ 6,5% N). Assim, em média, 215 kg de N são exportados de cada ha de soja na colheita no Brasil. A proporção de N em toda a cultura (grãos, resíduos da parte aérea e raízes) derivada da fixação biológica de nitrogênio (FBN) determina se a cultura faz uma contribuição total ou perda do solo. Assim, é extremamente importante quantificar os insumos da FBN ao julgar a sustentabilidade da cultura da soja, seja em monocultura seguida de pousio ou seguida por outras culturas em um ciclo anual.

Atualmente, a técnica mais comumente usada para quantificar a contribuição da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em leguminosas cultivadas em campo é a técnica da abundância natural de ^{15}N , originalmente desenvolvida por Shearer e Kohl (1986). Descobriu-se frequentemente que o N disponível nas plantas nos solos é ligeiramente

enriquecido em ^{15}N em comparação com a atmosfera devido ao fracionamento do isótopo N durante muitas transformações diferentes do solo N e transformações dos compostos N nas plantas e simbiontes microbianos acompanhantes (HÖGBERG 1997; BODDEY et al 2000; HOBBIIE e OUIMETTE 2009). Plantas que dependem totalmente da FBN apresentam valores de ^{15}N de abundância ($\delta^{15}\text{N}$) próximos ao N_2 de ar, o qual é definido internacionalmente como unidades delta zero (0,00 ‰).

Assume-se que plantas de referência não fixadoras de N_2 crescendo no mesmo local acumularão N do solo de tal forma que a diferença na abundância de ^{15}N entre as plantas de leguminosas noduladas e as plantas de referência pode ser interpretada quantitativamente para avaliar a contribuição da FBN.

Na maioria dos casos, verificou-se que nos sistemas agrícolas, ao contrário dos ecossistemas naturais, as plantas de referência apresentam variações relativamente pequenas em sua abundância natural de ^{15}N (UNKOVICH et al. 1994; BODDEY et al. 2000). Isto deve ser confirmado para cada local por amostragem de diferentes espécies de referência, então é razoável supor que a abundância de ^{15}N do N derivado do solo pela leguminosa será próxima que o enriquecimento médio das diferentes plantas de referência (UNKOVICH et al. 2008).

Um outro problema na aplicação da técnica da abundância natural de ^{15}N é que nas plantas de leguminosas existe um fracionamento isotópico entre os tecidos vegetais, de modo que os brotos das plantas são geralmente depletados em ^{15}N e nódulos enriquecidos (BODDEY et al. 2000; UNKOVICH et al. 2008). Raízes podem ser ligeiramente enriquecidas ou esgotadas. A diferença entre a abundância de ^{15}N das plantas leguminosas e a do N_2 atmosférico (0,00 ‰) é conhecida como o valor “B”. Em trabalhos anteriores, chamamos os valores de “B” para o tecido da parte aérea como “B_{pa}” e para a planta inteira como “B_p” (OKITO et al. 2004). Para avaliar o N total acumulado ao longo de todo o ciclo da cultura é desejável colher plantas na fase de enchimento da vagem média quando a acumulação de N é máxima (BERGERSEN et al. 1988; BODDEY et al. 1995), entretanto, nesta fase muitos nódulos são senescentes e impossíveis de recuperar completamente. Em tais estudos de campo é impossível recuperar todas as raízes e nódulos, então, para calcular a contribuição da BNF para a leguminosa, os brotos inteiros das leguminosas e plantas de referência são colhidas ao mesmo tempo e a proporção de N derivada do ar via a FBN (% N_dfa) no tecido da parte aérea pode ser calculado a partir da equação (SHEARER e KOHL 1986):

$$\% \text{N}_{\text{d}fa} = 100 \times [(\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{leg}}) / (\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}} - B_s)]$$

onde $\delta^{15}\text{N}_{\text{ref}}$ e $\delta^{15}\text{N}_{\text{leg}}$ são a abundância de ^{15}N do tecido da parte aérea das plantas de referência (valor médio) e da leguminosa, respectivamente.

Quando o % N_dfa é alto, o valor de N_{leg} é próximo de zero, de modo que qualquer erro na estimativa do valor de ‘B_s’ resultará em um grande erro na estimativa

de% Ndfa, especialmente se a abundância de ^{15}N das plantas de referência indicam que o $\delta^{15}\text{N}$ de N disponível na planta no solo é baixo. A safra de soja brasileira tem se mostrado altamente dependente dos insumos da FBN e tem sido estimado que geralmente a % N derivada do ar via FBN (% Ndfa) pode ser superior a 70 ou 80% (HUNGRIA et al. 2006; ZOTARELLI et al. 2012).

Vários estudos para determinar o valor 'B' da soja (OKITO et al. 2004; GUIMARÃES et al. 2008; PAUFERRO et al. 2010) e outras leguminosas anuais (STEELE et al. 1983; BERGERSEN et al. 1986; YONEYAMA et al. 1986, CADISCH et al., 2000) mostraram que o valor de 'BS' pode ser significativamente diferente quando o mesmo genótipo de leguminosa é nodulado por diferentes estirpes de rizóbio. Apenas alguns estudos foram feitos sobre o efeito da ontogenia da planta sobre os valores de "BS" e os resultados sugerem que o valor de "BS" diminui à medida que as plantas amadurecem (BERGERSEN et al. 1988; UNKOVICH et al. 1994). Diante dessas questões, o objetivo do experimento foi de conferir a fixação de N_2 de duas estirpes *B. diazoefficiens*, uma estirpe de *B. japonicum* e seis estirpes de *B. elkanii* e a abundância natural de ^{15}N do N_2 fixado pelas estirpes em simbiose com três cultivares de soja.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Agrobiologia, Seropédica- RJ, foi instalado em 28 de Maio de 2013. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram de plantas de soja cultivadas com adição de inoculante turfoso e sem inoculação (controle) de estirpes de *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (Tabela 1), em cinco repetições. Foram utilizadas sementes do cultivar BRS 133, BRS 184, MONSOY 9144 que foram imersas por 30 segundos em álcool etílico (92.8° I.N.P.M.), por dois minutos no peróxido de hidrogênio (30%) seguida de 10 lavagens sucessivas com água destilada autoclavada, para desinfestação. Foram semeadas cinco sementes por vaso, o desbaste foi aos oito dias após a emergência, deixando-se apenas duas plantas por vaso.

| Estirpe | Outras nomenclaturas | Origem |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------|
| <i>B. diazoefficiens</i> | | |
| CPAC 7 | BR 85, SEMIA 5080 | Brasileira |
| USDA 110* | BR 116 | USA (originalmente Ásia) |
| <i>B. japonicum</i> | | |
| USDA 06* | BR 114 | USA (originalmente Ásia) |
| <i>B. elkanii</i> | | |
| 29 W | BR 29, SEMIA 5019 | Brasileira |
| USDA 130 | BR 122 | USA (originalmente Ásia) |
| USDA 94 | BR 121 | USA (originalmente Ásia) |
| USDA 76* | BR 113 | USA (originalmente Ásia) |

| | | |
|---------|--------|--------------------------|
| USDA 31 | BR 123 | USA (originalmente Ásia) |
| USDA 46 | BR 120 | USA (originalmente Ásia) |

Tabela 1. Estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* utilizadas no experimento.

*= estirpes padrão “type strains”

O cultivo das sementes de soja foi realizado em vasos Leonard (VINCENT, 1970), utilizando substrato de areia e perlita na proporção 1:1 (v/v) os quais foram previamente autoclavados por duas vezes (120 °C por 1 h com um intervalo de 24 h), no plantio foi colocada 300 mL de água autoclavada nos vasos. Decorridos oito dias, após a germinação a água contida nos vasos foi substituída pela solução nutritiva isenta de N, solução de Norris (NORRIS e DATTE, 1976) com um quarto da concentração recomendada. Após sete dias, substituiu-se essa solução por outra com metade da concentração recomendada. Seguido-se sete dias a solução foi trocada por outra com a concentração recomendada. Depois desse procedimento, a troca da solução com a concentração recomendada foi realizada a cada sete dias.

A coleta foi realizada aos 47 dias após o plantio, no estágio R5, na floração plena. Separou-se a parte aérea, a raiz e os nódulos (quando presentes). Em seguida, procedeu-se à secagem da parte aérea e da raiz em estufa a 65°C por um período de quatro dias e dos nódulos em sílica gel até estabilização do peso para a determinação da proporção de matéria seca (MS). Passados esse período determinou-se o peso seco do material. Após esse procedimento, as amostras foram processadas em moinho tipo Wiley (peneiras de 2 mm), e posteriormente em moinho de rolo similar ao descrito por Arnold e Schepers (2004) até formar pó.

Em seguida, pesaram-se sub-amostras da parte aérea, da raiz e dos nódulos, para determinação do N total, e para análises da razão isotópica de ¹⁵N nos tecidos da planta e da semente pelo método de Dumas (BODDEY et al., 1994) em um analisador elementar CHNS-O (Modelo ECS 4010, CostechAnalytical Technologies Inc., Valencia, USA), acoplado a um espectrômetro de massas de razão isotópica (Modelo Delta V, Thermo Scientific, Bremen, Alemanha), conforme descrito por RAMOS et al. (2001).

Valor ‘B’: é o valor da abundância natural de ¹⁵N do N na leguminosa derivada da FBN. Para a determinação do valor ‘B’ para a planta inteira, utilizando-se a técnica de abundância natural de ¹⁵N usou-se a seguinte fórmula seguinte:

$$B_{pi} = \frac{(N_{Tnod} \times \delta^{15}N_{nod}) + (N_{TPA} \times \delta^{15}N_{PA}) + (N_{TR} \times \delta^{15}N_R) - (N_{TS} \times \delta^{15}N_S)}{(N_{Tnod} + N_{TPA} + N_{TR} - N_{TS})}$$

Como as plantas foram cultivadas em areia lavada / vermiculita e com solução nutritiva isenta de N, as únicas fontes de N para as plantas devem ser as sementes e a FBN. O valor ‘B’ do tecido da parte aérea ‘B_{pa}’ foi assim calculado Como as plantas

foram cultivadas em areia lavada / perlita e irrigadas com solução nutritiva isenta de N, as únicas fontes de N para as plantas devem ser as sementes e a BNF. O valor 'B' do tecido da parte aérea 'Bs' foi assim calculado assumindo que 50% da semente N foi translocada para a parte aérea, sendo o restante encontrado nas raízes e nódulos (OKITO et al. 2004). Isso foi calculado de acordo com a equação: assumindo que 50% da semente N foi translocada para a parte aérea, sendo o restante encontrado nas raízes e nódulos (OKITO et al. 2004). Isso foi calculado de acordo com a equação:

$$B_{pa} = \frac{(N_{TPA} \times \delta^{15}NPA) - (0.5 \times N_{TS} \times \delta^{15}NS)}{N_{TPA} - (0.5 \times N_{TS})}$$

Onde:

B_{pi} : valor 'B' da planta inteira

B_{pa} : valor 'B' da parte aérea

N_{Tnod} : N total dos nódulos;

N_{TPA} : N total da parte aérea;

N_{TR} : N total da raiz;

N_{TS} : N total da semente;

$\delta^{15}N_{nod}$: delta ^{15}N dos nódulos;

$\delta^{15}N_{PA}$: delta ^{15}N da parte aérea;

$\delta^{15}N_R$: delta ^{15}N da raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente para separar as médias ao teste de Student, por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2003).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa seca da parte aérea, raiz, nódulos e planta inteira

A ausência de nódulos nas plantas não inoculadas mostra que não houve contaminação deste tratamento com bactérias derivadas dos outros inoculantes e indica que não houve contaminação cruzada de um tratamento com outro. A produção de massa seca pelas plantas de soja inoculadas com as diferentes estirpes de *B. diazoefficiens*, *B. japonicum* e *B. elkanii* foram muito superiores as plantas controle, não inoculada confirmando a contribuição da FBN das simbioses formadas por todas as estirpes de *B. diazoefficiens*, *B. japonicum* e seis das nove estirpes de *B. elkanii* (Tabela 2). As estirpes USDA 76, USDA 94 e USDA 130 testadas neste experimento foram as únicas exceções, apresentaram baixa eficiência, não promoveram nodulação significativa e os resultados de massa seca foram muito próximos ao do controle. Desta observação concluímos que estas estirpes não são capazes de formar simbioses

efetivas com a cultivares de soja utilizada (BRS 133, BRS 184, Monsoy 9144), ou como estas estirpes foram estocadas (liofilizadas) há muitos anos na coleção da Embrapa Agrobiologia, perderam sua efetividade.

No acúmulo de MS na parte aérea, das raízes e dos nódulos não houve diferenças significativas entre as três cultivares de soja (Tabela 2). As estirpes que mais acumulou MS da parte aérea foram as duas estirpes de *B. diazoefficiens*, a estirpe de *B. japonicum* destacando a estirpe CPAC 7 (*B. diazoefficiens*) recomendada para a fabricação de inoculantes no Brasil, desde 1992 e a estirpe 29 W de *B. elkanii* também uma estirpe recomendada, desde 1979 (Tabelas 2 e 3). As outras estirpes recomendadas hoje (SEMIA 587 e CPAC 15) não foram incluídas neste experimento. Os mesmos resultados foram encontrados para a MS da planta inteira (Tabela 3). Com isso observou-se que a estirpe USDA 6 estabelece simbiose eficiente, quando comparada as estirpes atualmente recomendadas pelo ministério da agricultura (CPAC 7, CPAC 15, 29 W, SEMIA 587). Okito et al. (2004) em trabalho realizado, usando a cv de soja Celeste e coletando as plantas aos 82 dias após o plantio não encontrou diferença significativa para acúmulo de MS na parte aérea e na planta inteira usando as estirpes CPAC 7 e 29 W.

Maiores acúmulos de MS de raiz, foram vistos quando as plantas foram inoculadas com as estirpes CPAC 7, USDA 6, USDA 110, 29 W, USDA 46 e USDA 76.

Com relação ao peso dos nódulos, a estirpe que apresentou maior acúmulo de MS foi a estirpe 29 W, seguida das estirpes CPAC 7, USDA 46 e USDA 110. Estudo realizado por Okito et al. (2004), mostrou que a estirpe 29 W apresentou maior acúmulo de massa seca de nódulos, enquanto a estirpe CPAC 7 apresentou um menor acúmulo de massa seca de nódulos. Pauferro et al. (2010) e Guimarães et al. (2008), em trabalho conduzido em vasos no campo com solo, mostrou que os tratamentos de inoculação com as estirpes 29 W e SEMIA 587 apresentou maiores valores de massa seca de nódulos do que estirpes CPAC 7 e CPAC 15.

A nodulação USDA 76, a estirpe padrão de *B. elkanii*, formou poucos nódulos nas três cultivares de soja. Porém, concluímos que a estirpe estocada há muitos anos na coleção de Embrapa Agrobiologia perdeu sua capacidade de nodular eficientemente com soja.

| Tratamento | Parte Aérea | | | | | | | | Raiz | | | | | | | | Nódulo | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|---------|---------|-------------|-------|---------|---------|-------------|-------|---------|---------|-------------|-------|
| | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média.. | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média.. | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média.. | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média |
| g massa seca.vaso ⁻¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CPAC 7 ¹ | 3,44 | a | 3,10 | a | 3,58 | a | 3,37 | a | 0,69 | a | 0,60 | a | 0,67 | a | 0,65 | a | 0,31 | b | 0,20 | b | 0,25 | b | 0,25 | bc |
| USDA 110 ¹ | 3,01 | ab | 2,65 | a | 2,59 | bc | 2,75 | b | 0,65 | ab | 0,54 | a | 0,55 | abcd | 0,58 | ab | 0,27 | bc | 0,25 | b | 0,26 | b | 0,26 | b |
| USDA 6 ² | 2,57 | b | 2,63 | a | 2,15 | cd | 2,45 | c | 0,60 | abc | 0,51 | a | 0,41 | de | 0,51 | bc | 0,19 | cd | 0,19 | b | 0,15 | c | 0,18 | d |
| 29 W ³ | 2,85 | b | 2,71 | a | 2,77 | b | 2,78 | b | 0,67 | ab | 0,52 | a | 0,58 | ab | 0,59 | ab | 0,47 | a | 0,41 | a | 0,35 | a | 0,41 | a |
| USDA 31 ³ | 1,45 | cd | 1,93 | b | 1,32 | e | 1,57 | e | 0,54 | bc | 0,54 | a | 0,48 | bcde | 0,52 | bc | 0,18 | cd | 0,25 | b | 0,18 | bc | 0,20 | cd |
| USDA 46 ³ | 1,92 | c | 2,00 | b | 1,86 | d | 1,93 | d | 0,61 | abc | 0,54 | a | 0,57 | abc | 0,58 | ab | 0,30 | b | 0,34 | a | 0,23 | bc | 0,29 | b |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----|------|---|------|---|------|---|------|-----|------|----|------|-----|------|----|------|----|------|---|------|---|------|----|
| USDA 76 ³ | 0,84 | e | 1,27 | c | 1,16 | e | 1,09 | f | 0,57 | abc | 0,51 | a | 0,51 | bcd | 0,53 | bc | 0,02 | f | 0,03 | c | 0,04 | d | 0,03 | f |
| USDA 94 ³ | 0,97 | de | 1,02 | c | 0,90 | e | 0,96 | f | 0,48 | c | 0,51 | a | 0,43 | cde | 0,48 | c | 0,05 | ef | 0,04 | c | 0,03 | d | 0,04 | ef |
| USDA 130 ³ | 1,04 | de | 0,82 | c | 1,00 | e | 0,95 | f | 0,48 | c | 0,32 | b | 0,35 | e | 0,38 | d | 0,12 | de | 0,06 | c | 0,06 | d | 0,08 | e |
| Média | 2,01 | | 2,01 | | 1,92 | | | | 0,59 | | 0,51 | | 0,50 | | | | 0,21 | | 0,20 | | 0,17 | | | |
| Não Inoculado | 0,27 | | 0,43 | | 0,69 | | 0,46 | | 0,39 | | 0,50 | | 0,47 | | 0,46 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| CV (%) | | | | | 18 | | | | | | | 19 | | | | | | | | | 32 | | | |

Tabela 2. Acúmulo de matéria seca em plantas de soja cv BRS 133, BRS 184, Monsoy 9144 e inoculadas com as estirpes *Bradyrhizobium*, colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*.

Eficiência nodular

A eficiência nodular, foi calculado por (mg Ntotal da planta inteira – Ntotal da semente por g de MS dos nódulos) (Tabela 3). Como a nodulação das estirpes USDA 76, USDA 94 e USDA 130 foi muito baixa e talvez os nódulos não foram efetivos, a eficiência nodular para estas estirpes não foram tabuladas. Neste experimento a diferença em eficiência nodular entre as plantas inoculadas por estirpes de *B. diazoefficiens*, *B. japonicum* e *B. elkanii* foi grande, sendo este parâmetro maior para as estirpes de *B. diazoefficiens* e *B. japonicum* conforme relatada anteriormente pelas equipes trabalhando na Embrapa Agrobiologia desde 1970 (DOBEREINER et al., 1970; NEVES et al., 1985; SANTOS et al., 1996; SANTOS et al., 1997; OKITO et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008 e PAUFERRO et al., 2010). Dobereiner et al. (1970) mostraram que a estirpe CB 1809 (subsequentemente Rumjanek et al. [1993] mostrou que CPAC 7 é uma re-isolada de CB 1809) foi muito mais eficiente na fixação de N₂ quando comparada a estirpe 29 W. Neste caso a eficiência nodular é definida como a quantidade de N fixado (acumulado na planta inteira) por mg de massa seca de nódulo. Neves et al. (1985) também mostrou que a concentração ureídios na seiva em plantas de soja inoculadas com CB 1809 foi maior do que para as plantas inoculadas com 29 W.

| Tratamentos | Planta Inteira | | | | | | | | Eficiência Nodular | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------|-------------|----------|---------|---------|-------------|----------|---|---------|-------------|----------|---------|---------|-------------|----------|
| | (g massa seca.vaso ⁻¹) | | | | | | | | (mg Nt PI-Ntsem)/(MS nódulo ⁻¹) | | | | | | | |
| | BRS 133 ^{ns} | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média... | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média... | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média... | BRS 133 | BRS 184 | Monsoy 9144 | Média... |
| CPAC 7 ¹ | 4,43 | a | 3,90 | a | 4,50 | a | 4,28 | a | 494 | b | 697 | a | 580 | a | 590 | a |
| USDA 110 ¹ | 3,93 | ab | 3,44 | ab | 3,39 | b | 3,59 | b | 486 | b | 411 | b | 395 | b | 430 | b |
| USDA 6 ² | 3,35 | bc | 3,33 | bc | 2,71 | c | 3,13 | c | 580 | a | 589 | b | 500 | a | 556 | a |
| 29 W ³ | 3,99 | a | 3,64 | a | 3,69 | b | 3,77 | b | 254 | c | 245 | c | 344 | b | 281 | c |
| USDA 31 ³ | 2,18 | d | 2,71 | c | 1,98 | d | 2,29 | d | 210 | c | 256 | c | 178 | c | 214 | c |
| USDA 46 ³ | 2,83 | c | 2,89 | bc | 2,66 | c | 2,79 | c | 252 | c | 230 | c | 276 | c | 252 | c |
| USDA 76 ³ | 1,43 | e | 1,80 | d | 1,71 | d | 1,65 | e | nd | | nd | | nd | | nd | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|----|------|---|------|---|------|---|-----|-----|-----|----|
| USDA 94 ³ | 1,50 | e | 1,58 | d | 1,36 | d | 1,48 | e | nd | nd | nd | nd |
| USDA 130 ³ | 1,64 | de | 1,20 | d | 1,41 | d | 1,42 | e | nd | nd | nd | nd |
| Média | 2,81 | | 2,72 | | 2,60 | | | | 499 | 526 | 523 | |
| Não Inoculado | 0,66 | | 0,93 | | 1,16 | | | | | | | |
| CV (%) | | | | | 17 | | | | | 86 | | |

Tabela 3. Acúmulo de matéria seca em plantas inteiras de soja e eficiência nodular nas cv BRS 133, BRS 184, Monsoy 9144 e inoculadas com as estirpes *Bradyrhizobium*, colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. nd – não determinada devido ao baixo peso de nódulos (<0.05 g). ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*.

Acúmulo de N total na parte aérea, raiz, nódulo e planta inteira

Da mesma maneira que não houve diferenças significativas entre variedades da soja referente à sua acumulação de MS na parte aérea, raízes ou nos nódulos, também não houve diferenças no acúmulo de N total entre as cultivares (Tabela 9). Houve uma forte influência das estirpes de *Bradyrhizobium* no acúmulo de N total nas plantas, conforme observado para acúmulo de MS. A estirpe CPAC 7 destacou-se como aquela que mais promoveu o acúmulo de N da FBN, seguidas pelas outras duas estirpes de *B. diazoefficiens* e *B. japonicum* (USDA 06 e USDA 110) e a estirpes 29 W de *B. elkanii*.

Tratando-se do N total acumulado nas plantas de soja, as que apresentaram maior acúmulo na parte aérea e na planta inteira, foram as plantas inoculadas com as estirpes CPAC 7, USDA 110 USDA 6 e 29 W (Tabela 4 e 5). As estirpes que apresentaram maior acúmulo de MS da parte aérea e planta inteira, foram as mesmas que apresentaram maior N total acumulado, resultado semelhante foi observado por Nishi et al. (1996) com soja, onde observou que as plantas com maiores quantidades de matéria seca apresentaram também maior acúmulo de N.

Quanto ao acúmulo de N total nas raízes e nos nódulos, as estirpes que apresentaram maiores médias quando comparadas ao tratamento controle foram CPAC 7, USDA 110 (*B. diazoefficiens*), USDA 6 (*B. japonicum*), 29W e USDA 46 (*B. elkanii*), isso mostra que estas estirpes não apresentaram diferenças quanto ao N acumulado nas raízes e nos nódulos, mesmo pertencendo a espécies diferentes. Okito et al. (2004) observou que a estirpe 29 W apresentou maior acúmulo de N total, comparando com a estirpe CPAC 7, porém apesar dessa constatação, a média de MS da parte aérea foram iguais para as duas estirpes.

As menores médias de acúmulo de N total foram para as estirpes USDA 76, USDA 94, USDA 130. Este fato provavelmente ocorreu devido à baixa nodulação, o que foi visto também no acúmulo de matéria seca. Esse fato pode ser ocasionado por dois

motivos, sendo eles, a incapacidade dessas estirpes formar simbioses efetivas com essas cultivares de soja, e/ou essas estirpes terem perdido sua efetividade, já que foram estocadas a muitos anos, na coleção da embrapa Agrobiologia.

| Parte Aérea | | | | | | | | | Raiz | | | | | | | | Nódulo | | | | | | | |
|-------------------------|---------|----|---------|----|-------------|----|-------|---|---------|----|---------|-----|-------------|----|-------|----|---------|----|---------|-----|-------------|----|-------|---|
| Tratamentos | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mg N.vaso ⁻¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CPAC 7 ¹ | 134 | a | 115 | a | 134 | a | 128 | a | 24 | a | 20 | a | 23 | a | 22 | a | 20 | b | 14 | c | 17 | ab | 17 | b |
| USDA 110 ¹ | 122 | a | 99 | ab | 92 | bc | 104 | b | 19 | bc | 18 | abc | 15 | b | 17 | b | 16 | bc | 17 | abc | 17 | ab | 17 | b |
| USDA 6 ² | 101 | b | 110 | ab | 80 | cd | 97 | b | 21 | ab | 17 | abc | 13 | bc | 17 | b | 13 | cd | 15 | bc | 10 | c | 13 | c |
| 29 W ³ | 101 | b | 95 | b | 107 | b | 101 | b | 18 | bc | 15 | bc | 15 | b | 16 | bc | 28 | a | 21 | a | 23 | a | 24 | a |
| USDA 46 ³ | 68 | c | 69 | c | 62 | c | 66 | c | 19 | b | 19 | ab | 15 | b | 18 | b | 16 | bc | 20 | ab | 14 | bc | 17 | b |
| USDA 76 ³ | 9 | f | 15 | d | 18 | f | 14 | f | 11 | de | 9 | d | 10 | cd | 10 | d | 1 | g | 1 | d | 2 | d | 1 | d |
| USDA 94 ³ | 14 | ef | 19 | d | 12 | f | 15 | f | 9 | e | 9 | d | 9 | d | 9 | d | 2 | fg | 2 | d | 1 | d | 2 | d |
| USDA 130 ³ | 31 | de | 27 | d | 29 | ef | 29 | f | 11 | de | 7 | d | 8 | d | 9 | d | 7 | ef | 3 | d | 3 | d | 4 | d |
| Média | 71 | | 73 | | 71 | | | | 17 | | 14 | | 14 | | | | 13 | | 12 | | 11 | | | |
| Controle | 3 | | 5 | | 9 | | | | 10 | | 10 | | 8 | | | | 0 | | 0 | | 0 | | | |
| CV (%) | | | 21 | | | | | | | | 23 | | | | | | | | 36 | | | | | |

Tabela 4. Acúmulo de nitrogênio total por vaso (2 plantas por vaso) de soja cv BRS 133, BRS 184, Monsoy 9144 inoculada com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* e colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*.

| Tratamentos | Planta Inteira | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|----|---------|----|-------------|----|-------|---|
| | (mg N.vaso ⁻¹) | | | | | | | |
| | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | |
| CPAC 7 ¹ | 179 | a | 148 | a | 174 | a | 167 | a |
| USDA 110 ¹ | 157 | ab | 133 | ab | 124 | bc | 138 | b |
| USDA 6 ² | 136 | b | 142 | a | 104 | cd | 127 | b |
| 29 W ³ | 148 | b | 130 | ab | 145 | b | 141 | b |
| USDA 31 ³ | 68 | d | 92 | c | 60 | e | 73 | d |
| USDA 46 ³ | 104 | c | 108 | bc | 91 | c | 101 | c |
| USDA 76 ³ | 21 | f | 25 | d | 29 | f | 25 | f |
| USDA 94 ³ | 26 | ef | 30 | d | 22 | f | 26 | f |
| USDA 130 ³ | 49 | de | 38 | d | 41 | ef | 42 | e |
| Média | 99 | | 94 | | 88 | | | |
| CV (%) | | | | | 19 | | | |
| Não Inoculado | 13 | | 15 | | 17 | | 15 | |

Tabela 5. Acúmulo de nitrogênio total por vaso (2 plantas por vaso) de soja cv BRS 133, BRS 184, Monsoy 9144 inoculada com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* e colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*

Abundância natural de ¹⁵N na parte aérea, raiz, nódulo e planta inteira

Não houve diferenças significativas para os valores de abundância natural de ¹⁵N (d¹⁵N) da parte aérea, nódulos e planta inteira entre as diferentes variedades da soja, mas houve diferenças entre as plantas noduladas pelas diferentes estirpes (Tabela 6). Excluindo as três estirpes de *B. elkanii* (USDA 76, USDA 94, USDA 130), onde a nodulação foi menos de 0,05 g nódulos por vaso. A parte aérea das plantas noduladas com estirpes de *B. elkanii*, foram mais negativos em d¹⁵N, quando comparadas com os valores de d¹⁵N das plantas noduladas com *B. diazoefficiens*, *B. japonicum*. Este resultado é consistente com os estudos anteriores, conduzidos pela equipe de Embrapa Agrobiologia anteriormente (OKITO et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008; PAUFERRO et al., 2010, ARAUJO et al, 2018).

Mais uma vez, excluindo as três estirpes de *B. elkanii* onde a nodulação foi menos de 0,05 g nódulos, o enriquecimento dos nódulos foi maior nos tratamentos inoculados com *B. diazoefficiens*, *B. japonicum*, do que com *B. elkanii*. Este resultado também está em consonância com os quatro trabalhos da equipe da Embrapa Agrobiologia (*op. cit.*).

Os valores $\delta^{15}\text{N}$ das raízes, independente do tratamento de inoculação apresentaram - se todos positivos, igual ao encontrado em trabalhos realizados por Okito et al. (2004); Guimarães et al. (2008), Pauferro et al. (2010), e diferente do encontrado por Araujo et al. (2018), que encontrou valores de $\delta^{15}\text{N}$ das raízes negativos.

Todas as estirpes, de uma maneira geral, apresentaram valores de $\delta^{15}\text{N}$ altos nos nódulos, se destacando, as plantas inoculadas com as estirpes CPAC 7, USDA 110 e USDA 6 resultados semelhantes foram encontrados por Okito et al. (2004); Guimarães et al.(2008); Pauferro et al. (2010), quando testaram as estirpes 29 W e CPAC 7. Araujo et al. (2018) também encontrou resultados semelhantes quando usou as estirpes CPAC 7, 29 W e USDA 46 em plantas de soja.

O valor '*B*' da parte aérea (denominada '*B*_{pa}' em paralelo da nomenclatura utilizada por Okito et al. [2004] que usou '*B*_s' - '*B*' "shoot") é o valor '*B*' útil para calcular contribuições da FBN às leguminosas noduladas em campo onde a coleta total das raízes é impossível ou extremamente difícil. Os valores médios de '*B*_{pa}' neste experimento foram aproximadamente da mesma magnitude, negativo entre -1,21 e -4,31 ‰ daqueles valores encontrados anteriormente pela equipe da Embrapa Agrobiologia (OKITO et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008; PAUFERRO et al., 2010). Entretanto, nestes trabalhos anteriores encontram-se valores para estirpes 29 W e/ou SEMIA 587 (ambas *B. elkanii*) significativamente mais negativo dos valores de plantas

noduladas com as estirpes CPAC 7 (*B. diazoefficiens*) e/ou CPAC 15 (*B. japonicum*). Os valores 'B' da parte aérea (' B_{pa} ') reflete os da parte aérea, sendo mais negativo no caso de *B. elkanii* do que nos tratamentos inoculados com *B. diazoefficiens* e *B. japonicum*.

Para estimativas do valor 'B' para a planta inteira (' B_{pi} ') de plantas noduladas com estirpes de *B. elkanii* foram muito semelhante os da *B. diazoefficiens* e *B. japonicum* e em todos os casos menos de 1 unidade de delta (‰) diferente de zero, a abundância natural de ^{15}N do N_2 do ar, sugerindo que as simbioses tem pouco tendência de mostrar fracionamento isotópico significativo conforme alegado por Unkovich et al (2013). Este resultado foi em contraste dos trabalhos anteriores da equipe da Embrapa Agrobiologia (op. cit.) que encontraram valores mais negativo quando utilizou a estirpe 29 W e valor menos negativo quando usou a estirpe CPAC 7.

Se o valor de ' B_{pi} ' é significativamente menor do que zero, significa que o processo da fixação de N_2 pela simbiose soja/*Bradyrhizobium* promove um fracionamento isotópico na transformação de N_2 para o N fixado. Unkovich (2013) alegou que não existe evidência com os estudos feitos até agora de apoiar a existência de um fracionamento neste processo, principalmente porque a medição do valor absoluto da abundância de ^{15}N é cercada com fontes de erro. Os resultados dos trabalhos anteriores de Okito et al., (2004), Guimarães et al., (2008) e Pauferro et al., (2010) mostraram valores negativos e de maior magnitude do que neste presente estudo. Como nos trabalhos anteriores os valores de ' B_{pi} ' para as simbioses formadas com soja pelas estirpes de *B. elkanii* foram significativamente mais negativos dos valores daqueles formadas pelas estirpes de *B. japonicum*, um dos valores tem para ser significativamente diferente do zero ‰ (o valor do N_2 do ar).

| Tratamentos | Parte Aérea | | | | | | | | Raiz | | | | | | | | Nódulo | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|----|---------|-----|-------------|------|-------|----|---------|---|---------|-----|-------------|----|-------|----|---------|---|---------|---|-------------|----|-------|----|
| | -----δ ¹⁵ N(‰)----- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy 9144 | | Média | |
| CPAC 7 ¹ | -1,24 | c | -1,12 | abc | -1,13 | abc | -1,16 | bc | 0,83 | c | 1,15 | d | 1,22 | d | 1,07 | d | 6,56 | a | 6,60 | a | 6,36 | ab | 6,51 | ab |
| USDA 110 ¹ | -1,15 | c | -0,92 | ab | -1,00 | a | -1,02 | ab | 0,67 | c | 1,25 | cd | 1,32 | cd | 1,08 | d | 6,28 | a | 6,40 | a | 5,90 | b | 6,19 | b |
| USDA 6 ² | -1,32 | bc | -1,20 | bc | -1,16 | abcd | -1,23 | cd | 0,59 | c | 0,71 | e | 0,59 | f | 0,63 | e | 6,38 | a | 7,07 | a | 6,92 | a | 6,79 | a |
| 29 W ³ | -1,69 | d | -1,62 | d | -1,44 | cde | -1,58 | ef | 1,77 | a | 0,66 | e | 0,90 | e | 1,11 | d | 4,92 | b | 4,72 | b | 4,70 | c | 4,78 | c |
| USDA 31 ³ | -1,46 | cd | -1,39 | cd | -1,37 | bcd | -1,41 | de | 1,47 | d | 1,55 | ab | 2,36 | a | 1,79 | a | 4,15 | c | 4,20 | b | 3,80 | d | 4,05 | d |
| USDA 46 ³ | -1,31 | c | -1,41 | cd | -1,49 | de | -1,40 | de | 0,74 | c | 0,68 | e | 1,60 | b | 1,01 | d | 3,98 | c | 4,49 | b | 4,48 | cd | 4,32 | d |
| USDA 76 ³ | -0,85 | ab | -0,78 | a | -1,04 | ab | -0,89 | a | 1,28 | d | 1,36 | bcd | 1,28 | cd | 1,31 | c | 2,24 | d | 1,46 | d | 1,73 | ef | 1,81 | f |
| USDA 94 ³ | -0,77 | a | -0,80 | a | -0,92 | a | -0,83 | a | 1,36 | d | 1,45 | bc | 1,51 | bc | 1,44 | bc | 1,49 | e | 1,51 | d | 1,45 | f | 1,48 | f |
| USDA 130 ³ | -1,73 | d | -1,65 | d | -1,72 | e | -1,70 | f | 1,51 | d | 1,76 | a | 1,51 | bc | 1,59 | b | 2,24 | d | 2,34 | c | 2,37 | e | 2,32 | e |
| Média | -1,29 | | -1,25 | | -1,28 | | | | 1,14 | | 1,23 | | 1,46 | | | | 4,48 | | 4,53 | | 4,45 | | | |
| DMS | 0,34 | | 0,34 | | 0,34 | | 0,20 | | 0,28 | | 0,28 | | 0,28 | | 0,16 | | 0,70 | | 0,70 | | 0,70 | | 0,41 | |
| Não Inoculado | 0,62 | | 0,98 | | 1,56 | | | | 0,38 | | 0,86 | | 1,04 | | | | | | | | | | | |

Tabela 6. Abundância natural de ^{15}N (‰) em diferentes variedades de soja inoculadas com estirpes de *B. diazoefficiens*, *B. japonicum* ou *B. elkanii* e colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*.

| Tratamentos | Valor ‘B’ (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---------------|----|---------|----|------------|-----|-------|----|-----------------|-----|---------|----|------------|----|-------|----|
| | Parte Aérea† | | | | | | | | Planta Inteira‡ | | | | | | | |
| | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy9144 | | Média | | BRS 133 | | BRS 184 | | Monsoy9144 | | Média | |
| CPAC 7¹ | -1,40 | a | -1,30 | ab | -1,29 | a | -1,31 | a | -0,09 | bc | -0,11 | cd | -0,10 | bc | -0,10 | c |
| USDA 110¹ | -1,33 | a | -1,10 | a | -1,21 | a | -1,21 | a | -0,18 | bcd | -0,29 | cd | -0,19 | bc | -0,22 | cd |
| USDA 6² | -1,57 | ab | -1,41 | ab | -1,45 | ab | -1,51 | ab | -0,32 | cd | -0,14 | de | -0,16 | cd | -0,21 | cd |
| 29 W³ | -2,00 | bc | -1,95 | b | -1,69 | abc | -1,88 | b | 0,02 | bc | -0,39 | bc | -0,23 | b | 0,20 | bc |
| USDA 31³ | -1,68 | b | -1,88 | b | -3,67 | cd | -1,94 | bc | 0,03 | bc | 0,05 | bc | -0,28 | bc | 0,07 | bc |
| USDA 46³ | -1,71 | b | -1,82 | b | -2,04 | bc | -1,85 | b | -0,14 | b | -0,01 | cd | -0,10 | bc | -0,08 | c |
| USDA 76³ | -3,50 | c | -4,08 | c | -3,23 | c | -3,60 | c | 0,33 | a | 0,34 | a | 0,57 | a | 0,41 | a |
| USDA 94³ | -4,17 | d | -4,02 | c | -3,76 | cd | -3,98 | c | 0,16 | ab | 0,31 | b | 0,13 | b | 0,20 | b |
| USDA 130³ | -3,49 | c | -5,94 | d | -4,31 | d | -4,58 | d | -0,46 | d | -0,58 | e | -0,59 | d | -0,54 | e |
| Média | -2,27 | | -2,61 | | -2,51 | | | | -0,07 | | -0,09 | | -0,10 | | | |
| DMS | 0,47 | | 0,47 | | 0,47 | | 0,27 | | 0,34 | | 0,34 | | 0,34 | | 0,19 | |

Tabela 7. Valor 'B' em diferentes variedades de soja inoculadas com estirpes de *B. diazoefficiens*, *B. japonicum* ou *B. elkanii* e colhidas aos 47 dias após o plantio.

Valores médios de 5 repetições. Letras iguais na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t (LSD) a 5% de probabilidade. ¹*Bradyrhizobium diazoefficiens*; ²*Bradyrhizobium japonicum*; ³*Bradyrhizobium elkanii*. †Corrigido para $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ e teor de N total de sementes. ‡Média ponderada corrigido para $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ e teor de N total de sementes.

4 | CONCLUSÕES

Não há fracionamento isotópico no processo da fixação de N_2 em cultivares de soja BRS 133, BRS 184, MONSOY9144 inoculadas com estirpes de *B. diazoefficiens*, de *B. japonicum* e de *Bradyrhizobium elkanii*.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, K. E. C.; VERGARA, C; GUIMARÃES, A.P.; ROUWS, J. R. C.; JANTALIA, C. P; URQUIAGA, S; ALVES, B. J. R; BODDEY, R. M. Changes in ^{15}N natural abundance of biologically fixed N_2 in soybean due to shading, rhizobium strain and plant growth stage. **Plant an soil**, 426:413–428, 2018.

BERGERSEN, F; PEOPLES, M; TURNER, G. Isotopic discriminations during the accumulation of nitrogen by soybeans. **Australian journal plant physiology**, 15:407-420, 1988.

BERGERSEN, F; TURNER, G; AMARGER, N; MARIOTTI, F; MARIOTTI, A. Strain of Rhizobium lupini determines natural abundance of ^{15}N in root nodules of Lupinus spp. **Soil Biology & Biochemistry**,

18:97-101, 1986.

BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo ^{15}N . In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos em estudo de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA/SPI, 1994. p. 471-494.

BODDEY, R. M.; MÜLLER, S. H.; ALVES, B. J. Estimation of the contribution of biological N_2 fixation to two *Phaseolus vulgaris* genotypes using simulation of plant nitrogen uptake from ^{15}N -labelled soil. **Fertilizer research**, 45:169-185, 1995.

BODDEY, R. M.; Peoples, M. B.; Palmer, B.; Dart, P. J. Use of the ^{15}N natural abundance technique to quantify biological nitrogen fixation by woody perennials. **nutrition cycle agroecosystem**, 57:235-270, 2000

CADISCH, G.; HAIRIAH, K.; GILLER, K. Applicability of the natural ^{15}N abundance technique to measure N_2 fixation in *Arachis hypogaea* grown on an Ultisol NJAS-Wageningen. **Journal of Life Sciences**, 48:31-45, 2000.

DÖBEREINER, J.; FRANCO, A. A.; GUZMAN, I. Estirpes de *Rhizobium japonicum* de excepcional eficiência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 5: 55-161, 1970.

FERREIRA, D. F. **Sistema para análise de variância para dados balanceados (SISVAR)**. Versão 4.3. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003.

GUIMARÃES, A.P.; DE MORAIS, R.F.; URQUIAGA S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R. *Bradyrhizobium* strain and the ^{15}N natural abundance quantification of biological N_2 fixation in soybean. **Scientia Agricola**, v. 65, p.516-524, 2008.

HOBBIE, E. A.; OUIMETTE, A. P. Controls of nitrogen isotope patterns in soil profiles. **Biogeochemistry** 95:355-371, 2009.

HÖGBERG, P. ^{15}N natural abundance in soil-plant systems. Tansley review n° 95. **New Phytologist**, v.137, p.179-203, 1997.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, Z. J.; SIBALDELLI, R. N. "R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: Contributions of biological N_2 fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian journal of plant science**, P. 227-239, 2006.

IBGE-LSPA Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: setembro 2018 <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Accessed 30 março 2019

OKITO, A.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Isotopic fractionation during N_2 fixation by four tropical legumes. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.36, p.1179-1190, 2004.

NEVES, M. C. P.; DIDONET, A. D.; DUQUE, F. F.; DÖBEREINER, J. *Rizobium* strain effects on nitrogen transport and distribution in soybeans. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 36, p. 1179-1192, 1985.

NISHI, C. Y. M.; HUNGRIA, M. Efeito da reinoculação na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em um solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium* com as estirpes SEMIA 566, 587, 5019, 5079 e 5080. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 5, p. 359-368, 1996.

NORRIS, D.; DATE, R. **Legume bacteriology Tropical Pastures Research Principles and Methods** p:134-174, 1976.

PAUFERRO, N.; GUIMARÃES, A. P.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY,

R. M.; ¹⁵N natural abundance of biologically fixed N₂ in soybean is controlled more by the *Bradyrhizobium* strain than by the variety of the host plant. **Soil Biology & Biochemistry**, 42 : 1694-1700, 2010.

RAMOS, M. G.; VILLATORO, M. A. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Quantification of the contribution of biological nitrogen fixation to tropical green manure crops and the residual benefit to a subsequent maize crop using ¹⁵N-isotope techniques. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 91, p. 105-115, 2001.

RUMJANEK, N. G.; DOBERT, R. C.; VAN BERKUN, P.; TRIPLETT, E. W. Common soybean inoculant strains in Brazil are member of *B. Elkanii*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 59, p. 4371-4371, 1993.

SHEAER G. E.; KOHL D.H. N₂-fixation in field settings: estimations based on natural ¹⁵N abundance, **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.13, p.699-756, 1986.

STEELE, K.; BONISH, P.; DANIEL, R.M.; O'HARA, G. Effect of rhizobial strain and host plant on nitrogen isotopic fractionation in legumes. **Plant Physiology**, 72:1001-1004, 1983.

UNKOVICH, M J. Isotope discrimination provides new insight into biological nitrogen fixation. **New Phytologist**, v.198, n.3, p.643-646, 2013.

UNKOVICH, M. J.; HERRIDGE, D.F.; PEOPLES, M. B.; CADISCH, G.; BODDEY, R. M.; GILLER, K. E.; ALVES, B. J. R.; CHALK, P. M. **Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems**. ACIAR Monograph N° 136, Canberra, p 258, 2008.

UNKOVICH, M. J.; PATE, J.S.; SANFORD, P. ARMSTRONG, E. L. Potential precision of the δ¹⁵N natural abundance method in field estimates of nitrogen fixation by crop and pasture legumes in south-west. **Australian Journal of Plant Physiology**, 45:119-132, 1994.

VINCENT, G.M. **Manual of the practical study of root nodule bacteria**. (International Biology Program, 15), Oxford: Blackwell p.163, 1970.

YONEYAMA, T.; FUJITA, K.; YOSHIDA, T.; MATSUMOTO. T.; KAMBAYASHI, I.; YAZAKI, J. Variation in natural abundance of ¹⁵N among plant parts and in ¹⁵N/¹⁴N fractionation during N₂ fixation in the legume-rhizobia symbiotic system. **Plant Cell Physiol** 27:791-799, 1986.

Zotarelli, L.; Zatorre, N. P.; Boddey, R. M.,; Urquiaga, S; Jantalia, C. P.; Franchini, J. C.; Alves, B. J. R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and preserving soil organic C stocks. **Field Crop Res** 132:185-195, .2012.

BIOMETRIA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE DIFERENTES MATRIZES DE *Apuleia* *leiocarpa* (VOGEL) J.F.MACBR

Queli Cristina Lovatel

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages – Santa Catarina

Renata Diane Menegatti

Universidade Federal de Pelotas – UFPel
Pelotas- Rio Grande do Sul

Mariane de Oliveira Pereira

Universidade do Estado de Santa Catarina
– UDESC
Lages – Santa Catarina

Márcio Carlos Navroski

Universidade do Estado de Santa Catarina
– UDESC
Lages – Santa Catarina

Oscar José Smiderle

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA
Boa Vista - Roraima

Aline das Graças Souza

Instituto Federal de Roraima – IFRR
Amajari - Roraima

Luciana Magda de Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina –
UDESC
Lages – Santa Catarina

base em estudos germinativos e de caracteres biométricos. Para isso, foram efetuadas análises biométricas e teste de germinação de sementes, a partir do delineamento experimental inteiramente casualizado, adotando quatro repetições de 25 sementes. Nas avaliações biométricas, as sementes foram tomadas de forma aleatória para a avaliação dos caracteres: comprimento e largura. No teste de teste de germinação foram avaliadas: a porcentagem de germinação, emergência de plântulas e a sobrevivência. Os resultados indicaram a existência de variação entre os caracteres biométricos e as características fisiológicas das sementes das 13 árvores matrizes amostradas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os resultados ainda sugerem que sementes de grápia de maior largura podem exibir desempenho superior para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas, podendo este caracter biométrico ser empregado com êxito na seleção de materiais propagativos de vigor superior para a produção de mudas da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Grápia; potencial fisiológico; sementes florestais.

RESUMO: Objetivou-se com este estudo estimar variações morfofisiológicas entre sementes de 13 árvores matrizes de grápia, com

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate morphophysiological variations between seeds of 13 mother trees of grápia, based on germinative studies and biometric characters. For this, biometric analyzes and seed germination tests were carried out, using a completely randomized experimental design, adopting four replicates of 25 seeds. In the biometric evaluations, the seeds were randomly taken for character evaluation: length and width. In the test of germination test were evaluated: the percentage of germination, emergence of seedlings and survival. The results indicated the existence of variation between the biometric characters and the physiological characteristics of the seeds of the 13 mother trees sampled in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. The results still suggest that seeds of larger grápia can exhibit superior performance for the germination percentage and seedling emergence speed index, and this biometric character can be used successfully in the selection of propagation materials of superior vigor for the production of seedlings of the species.

KEYWORDS: Grápia, physiological potential, forest seeds.

1 | INTRODUÇÃO

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr é uma espécie florestal nativa, amplamente recomendada para diversos fins, devido à alta qualidade da madeira, ao potencial apícola, à presença de compostos medicinais, pela produção de substâncias tanantes, bem como, pelo estabelecimento promissor em programas de enriquecimento florestal e de recuperação de áreas degradadas (CASTRO et al., 2017). Apesar de ser tipicamente encontrada em fragmentos florestais remanescente da Zona da Mata, sua distribuição é abrangente, ocorrendo desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul (LORENZI, 2000).

Espécies arbóreas com ampla distribuição geográfica, como no caso da grápia, tendem a exibir características morfofisiológicas distintas e peculiares, sendo estas variações de origem genética ou até mesmo influenciadas por fatores ambientais (BORÉM; MIRANDA, 2009). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), sementes de uma mesma espécie, porém, oriundas de árvores matrizes de locais com diferentes condições edafoclimáticas, apresentam características biométricas e fisiológicas distintas.

A constatação destas diferenças fenotípicas pode ser realizada a partir de análises biométricas, ou seja, da verificação das diferenças nas dimensões das sementes (CARVALHO; NAKAWAGA, 2012). Esta análise permite detectar a variabilidade entre materiais propagativos de mesma espécie, a qual atualmente é amplamente utilizada como indicativa da qualidade fisiológica em sementes florestais nativas (GUOLLO et al., 2016, MENEGATTI et al., 2019). Para isso, as análises biométricas devem ser

realizadas concomitantemente ao teste de germinação, e a análise dos dados de ambas as avaliações possibilitam a eficiência e maior inferência na possibilidade de estimar a qualidade fisiológica a partir da avaliação do tamanho das sementes.

Apesar desta relação ter sido relatada em sementes de diversas espécies florestais (DRESCH et al. 2013; COLOMBO et al., 2015; GUOLLO et al., 2016, MENEGATTI et al., 2019), alguns autores têm encontrado resultados controversos, ou seja, não encontraram relação entre a dimensão das sementes e a qualidade fisiológica das mesmas (FELIPPI et al., 2012). A verificação desta relação é um fator importante para viveiristas, a qual se comprovada, poderá ser empregada na seleção de materiais propagativos superiores a serem utilizados na produção de mudas da espécie, com maior êxito.

Objetivo

Estimar variações morfofisiológicas entre sementes de 13 matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., oriundas de dois estados do Sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), com base em estudos germinativos e de caracteres biométricos de sementes.

2 | METODOLOGIA

As sementes de grápia foram obtidas de frutos que possuíam semelhante estágio de maturação, ou seja, coletados de forma padronizada com coloração marrom-claro, o que ocorreu entre os meses de Janeiro e Março de 2018. Os frutos foram colhidos com o auxílio de um podão, em 13 árvores matrizes (Tabela 1), oriundas de dois estados do Sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

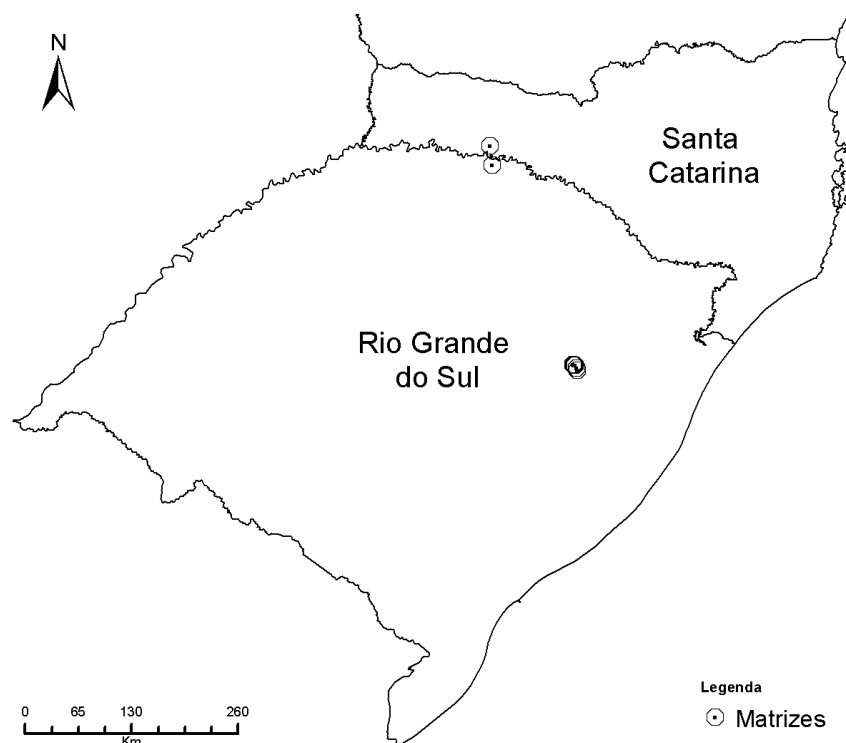


Figura 1. Mapa da localização das matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., amostradas no presente estudo.

Fonte: Menegatti (2019)

A escolha das matrizes, em cada área de coleta (procedência), foi baseada nas recomendações prescritas por Sebbenn (2006) priorizando as que dispunham de abundância de frutos e obedecendo a uma distância mínima de 100 m entre as matrizes selecionadas, para reduzir a probabilidade de parentesco entre as árvores amostradas.

Em seguida, os frutos de cada matriz foram armazenados em sacos plásticos, identificados e levados para o Viveiro Florestal pertencente ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), localizado em Lages, para a condução dos experimentos.

Os frutos foram mantidos em condições de temperatura ambiente durante um período de aproximadamente 15 dias, para completar a secagem dos mesmos. Após este período, foi realizada a extração das sementes de forma manual, abrindo a vagem para retirada das mesmas. As sementes murchas, atacadas por fungos ou furadas foram descartadas, e as sementes visualmente saudáveis foram armazenadas em recipiente de papel, em geladeira por 60 dias.

Foram realizadas, separadamente para sementes de cada matriz, análises biométricas e testes de germinação, a partir do delineamento experimental inteiramente casualizado, adotando-se quatro repetições de 25 sementes para cada análise.

Para avaliação dos dados biométricos, foram determinadas as dimensões comprimento e largura de sementes, realizadas com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).



Figura 2. Demonstração da orientação em que as medidas de comprimento e largura foram tomadas nas sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Fonte: Lovatel (2019)

Para o teste de germinação, primeiramente, foi realizada a superação da dormência das sementes pelo método de escarificação mecânica, com lixa nº 120. Após a escarificação, as sementes foram lavadas em água destilada e secas em papel toalha.

Para uniformizar e favorecer o processo de embebição de água pelas sementes, antes da sementeira em casa de vegetação optou-se por depositar as sementes em caixa Gerbox sob papel Germitest®, espaçadas, e então cobertas com outro papel Germitest®, ambos umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas, com 25 sementes cada, foram depositadas em germinador tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), contendo lâmpadas fluorescentes de 15 W, e fotoperíodo de 12 horas, em temperatura constante de 25 °C, por 30 horas, de acordo com as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013).

Durante 30 horas, verificou-se a umidade do papel Germitest® a cada oito horas, para evitar o ressecamento. Após este período, as sementes foram semeadas individualmente em tubetes de polietileno de 175 cm³, suspensos em bandejas plásticas, utilizando substrato comercial Max Fértil®, enriquecido com 6 g L⁻¹ do fertilizante Osmocote®. Em seguida, as bandejas foram acomodadas em estufa e mantidas com irrigação por aspersão três vezes ao dia, por períodos de cinco minutos.

A emergência das plântulas foi avaliada diariamente, considerando emergidas aquelas que exibiam a alça cotiledonar acima do substrato (BRASIL, 2013). Ao final do teste, no 18º dia após a sementeira, foram determinadas: a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de emergência de acordo com MAGUIRE (1962) e a porcentagem de sobrevivência das plantas.

Possíveis diferenças entre os caracteres biométricos e de qualidade fisiológica

das sementes das matrizes avaliadas foram verificadas pela análise de variância dos dados (ANOVA), e quando significativas foram submetidas ao agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A análise dos dados foi realizada no pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).



Figura 3. Representação da emergência da alça cotiledonar em semente de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Fonte: Lovatel (2019)

3 | RESULTADOS

Pela análise de variância foi possível inferir que houve diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,01$) entre as sementes das 13 matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., para os dois caracteres biométricos avaliados (Tabela 1).

| Matriz | Biometria da semente | |
|--------|----------------------|------------------|
| | Largura (mm) | Comprimento (mm) |
| 1 | 7,39 a* | 7,89 b |
| 2 | 7,24 a | 7,45 c |
| 3 | 7,04 b | 7,56 c |
| 4 | 6,89 b | 8,19 a |
| 5 | 6,79 c | 7,93 b |
| 6 | 6,70 c | 8,13 a |
| 7 | 6,55 d | 7,56 c |
| 8 | 6,51 d | 7,78 b |
| 9 | 6,28 e | 7,78 b |
| 10 | 6,27 e | 7,53 c |
| 11 | 6,26 e | 7,68 c |
| 12 | 6,13 e | 7,64 c |
| 13 | 5,56 f | 7,11 d |

| | | |
|--------|------|------|
| Média | 6,58 | 7,71 |
| CV (%) | 4,18 | 4,67 |

Tabela 1. Resumo da análise de variância das médias para comprimento e largura de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., oriundas de dois estados do sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul)

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo agrupamento, pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram obtidos por Menegatti et al. (2019), em estudo realizado com sementes de diferentes matrizes de *Mimosa scabrella Benth.* e por Gonzales et al. (2011) com sementes de *Corymbia citriodora*, indicando que sementes de diferentes árvores matrizes de uma mesma espécie podem apresentar diferenças em suas dimensões.

Os valores para o comprimento variaram entre 7,11 e 8,19 mm e 7,39 e 5.56 mm para a largura, sendo inferiores aos obtidos por Felippi et al. (2012) em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. pertencentes a árvores matrizes do Município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, que exibiram comprimento entre 12 e 21 mm de comprimento, e entre 6,0 e 9,50 mm de largura.

As variações observadas nas características biométricas podem estar associadas à maturidade fisiológica das sementes, bem como, a fatores genéticos e/ou micro-ambientais do local de desenvolvimento das matrizes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012); visto que, com o objetivo de avaliar a máxima variabilidade da espécie, a amostragem deste trabalho priorizou englobar abrangente área de ocorrência da grápia dentro do estado do Rio Grande do Sul e também em Santa Catarina.

Por meio do teste de agrupamento de médias (Scott-Knott) (Tabela 2), foi possível verificar a formação de amplo número de grupos, principalmente para a variável largura de sementes, em número de seis, o que sugere a existência de maior variabilidade desta característica entre as sementes das matrizes amostradas. Enquanto que para a variável comprimento foram formados apenas quatro grupos de médias.

As duas matrizes que apresentaram sementes com maior largura não exibiram superioridade para o comprimento das sementes, e vice-versa. De forma geral, as sementes das matrizes 1, 4 e 6 apresentaram sementes de maiores dimensões considerando que ocuparam os primeiros grupos formados, a partir do teste agrupamento de médias, para ambas as variáveis biométricas avaliadas.

| Matriz | Índice de Velocidade de Emergência |
|--------|------------------------------------|
| 1 | 1,20 a |
| 2 | 0,56 b |
| 3 | 1,07 b |
| 4 | 0,80 b |
| 5 | 0,57 b |
| 6 | 0,91 b |

| | |
|--------|--------|
| 7 | 1,60 a |
| 8 | 1,06 b |
| 9 | 0,92 b |
| 10 | 1,37 a |
| 11 | 1,05 b |
| 12 | 0,99 b |
| 13 | 1,29 a |
| Média | 1,03 |
| CV (%) | 41,33 |

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as médias do índice de velocidade de emergência de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., oriundas de dois estados do sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo agrupamento, pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os resultados da análise de variância e do teste de agrupamento de médias referentes à característica índice de velocidade de emergência de plântulas pode ser observada na Tabela 2, sendo a emergência das plântulas iniciada no 5º dia após a semeadura (contado a partir do momento em que as sementes foram colocadas no germinador - B.O.D.).

Para esta variável, foram formados apenas dois grupos de matrizes, sendo que apenas quatro representaram o primeiro grupo (superior), (M1, M7, M10 e M13) com valores médios variando de 1,60 (M7) a 1,20 (M1). No segundo grupo, que engloba nove matrizes, os índices de velocidade de emergência variaram entre 1,07 (M3) a 1,56 (M2).

De forma geral, pelo teste de velocidade de emergência constatou-se que as sementes da matriz M7 exibiram maior nível de vigor, característica que sugere o potencial para emergência das plântulas e impreescindível de ser inferido quando a espécie em questão comumente é destinada aos programas de revegetação e conservação, como no caso da grábia. Sendo assim, pode-se considerar o índice de velocidade de emergência o melhor indicativo para inferir sobre o vigor de sementes de determinada matriz, pois permite melhores previsões quanto ao comportamento das sementes por ocasião da semeadura em campo (SILVEIRA et al., 2002).

Em relação às variáveis, porcentagem de germinação e de sobrevivência, apenas a primeira exibiu diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,01$) entre as 13 matrizes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. (Tabela 3).

As sementes das matrizes 1 e 2 podem ser classificadas como de qualidade fisiológica superior, por exibir alta porcentagem de germinação, sugerindo que lotes de sementes oriundas destas matrizes podem garantir maior eficiência no emprego deste material propagativo na produção de mudas em viveiro, bem como, no emprego direto das sementes em técnicas de recuperação de áreas degradadas (CARVALHO; NAKAWAGA, 2012).

Importante destacar que as duas matrizes (M1 e M2) também apresentaram sementes com superioridade para o caractere largura de sementes e que a matriz M1 também exibiu sementes com superioridade para o índice de velocidade de germinação (Tabelas 1, 2 e 3).

| Matriz | % Germinação | % Sobrevivência |
|--------|--------------|---------------------|
| 1 | 92,6 a* | 47,31 ^{ns} |
| 2 | 83,8 a | 60,85 |
| 3 | 69,1 b | 60,01 |
| 4 | 65,4 b | 54,58 |
| 5 | 65,4 b | 58,99 |
| 6 | 64,7 b | 51,98 |
| 7 | 63,2 b | 47,62 |
| 8 | 61,7 b | 55,71 |
| 9 | 61,0 b | 48,84 |
| 10 | 57,3 b | 59,53 |
| 11 | 57,3 b | 47,6 |
| 12 | 38,2 c | 38,34 |
| 13 | 32,3 c | 41,87 |
| Média | 65,5 | 51,39 |
| CV (%) | 27,9 | 38,72 |

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as médias de porcentagem de germinação de sementes e sobrevivência de plântulas de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., oriundas de dois estados do sul do Brasil (Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo agrupamento, pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns}: não significativo

Para algumas espécies florestais nativas, o tamanho da semente tem sido empregado como indicativo da qualidade fisiológica (COLOMBO et al., 2015; MENEGATTI et al., 2019). Este fato pode ser explicado, pois, sementes maiores tendem a apresentar maior quantidade de reserva nutricional, a qual propicia melhor desempenho germinativo se comparadas às de menor tamanho (SOUZA et al., 2016).

Trabalho realizado por Felippi et al. (2012) em que as sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., pertencentes a árvores matrizes do Município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, não apresentaram relação entre o tamanho das sementes no vigor das plântulas. Porém, este resultado diferencial pode ser atribuído ao fato de que os autores não amostraram árvores matrizes de locais tão abrangentes como as deste referido trabalho.

Desta forma, os resultados obtidos no presente estudo sugerem que as sementes de grápia de maior largura podem exibir desempenho superior para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas, podendo este caracter biométrico empregado com êxito na identificação de matrizes que fornecem materiais propagativos de vigor superior para a produção de mudas da espécie.

4 | CONCLUSÕES

Existe variação entre os caracteres biométricos e as características fisiológicas das sementes das 13 árvores matrizes amostradas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul;

A largura das sementes de grápia pode ser utilizada como indicativo de desempenho superior para a porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência de plântulas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 98 p, 2013.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CASTRO, D.S. de; ARAUJO, E.F.; BORGES, E.E. de L.; AMARO, H.T.R. Caracterização da testa de sementes de *Apuleia leiocarpa* (VOGEL) J. F. MACBR) após superação de dormência. **Ciência Florestal**, v.27, n.3, p.1061-1068, 2017.

COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; YAMAMOTO, L.Y.; ALVES, G.A.C.; ABATI, J.; TAKAHASHI, L.S.A.; FARIA, R.T. Biometric description of fruits and seeds, germination and imbibition pattern of desert rose [*Adenium obesum* (Forssk.), Roem. & Schult.]. **Journal of Seed Science**, v.37, n.4, p. 206-213, 2015.

DRESCH, D.M.; SCALON, Q.S.P.; MASETTO, S.P.; VIEIRA, M.C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, p.262-271, 2013.

FELIPPI, M.; MAFRA, C.R.B.; CANTARELLI, E.B.; ARAÚJO, M.M.; LONGHI, S.J. Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.477-491, 2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GONZALES, J.L.S.; VALERI, S.V.E.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S. Johnson. **Scientia Forestalis**, v.39, n.90, p.171-181, 2011.

GUOLLO, K.; MENEGATTI, R.D.; DEBASTIANI, A.B.; POSSENTI, J.C.; NAVROSKI, M.C. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de embebição em sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista Cultivando o Saber**, v.9, n.1, p.1-10, 2016.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 2 v.

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

MENEGATTI, R.D.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M.C. Biometric and Physiological Quality of Bracatinga Seeds From Different Mother Trees. **Floresta e Ambiente**, v.26, n.1, p.1-10, 2019.

SEBBENN, A. M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. (Coord.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 93-138.

SILVEIRA, M.A.M.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.Â.A. Comparação de métodos para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de calêndula. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.24-30, 2002.

SOUZA, A. das G.; SMIDERLE, O.J.; SPINELLI, V.M.; SOUZA, R.O. de; BIANCHI, V.J. Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. **Journal of Seed Science**, v.38, n.4, p.322-328, 2016.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE *Peltogyne gracilipes* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Oscar José Smiderle

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA
Boa Vista - Roraima

Aline das Graças Souza

Instituto Federal de Roraima – IFRR
Amajari - Roraima

Dalton Roberto Schwengber

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA
Boa Vista – Roraima

Jane Maria Franco de Oliveira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA
Boa Vista – Roraima

Rosiere Fonteles de Araújo

Universidade Federal de Roraima - UFRR
Boa Vista - Roraima

Bárbara Crysthina Lucas da Silva

Universidade Federal de Roraima - UFRR
Boa Vista – Roraima

RESUMO: O gênero *Peltogyne*, é composto por várias espécies, e são encontrados em quase todas as matas nativas do País, tendo também ocorrência em outros países da América do Sul e Central. A espécie *Peltogyne gracilipes*, é considerada em Roraima endêmica, devido sua ocupação padrão de distribuição predominante em relação a demais espécies. Os estudos

sobre *Peltogyne gracilipes* ainda são escassos, devido a este fator buscam ampliar as informações sobre a espécie com esta característica e, considerando-se o ambiente amazônico, apresentam plasticidade adaptativa à diversidade de ecossistemas desta região. O objetivo do trabalho foi gerar informações sobre *Peltogyne gracilipes*, espécie florestal nativa de Roraima, por meio de estudos morfobiométricos de sementes, propagação e fatores relacionados ao crescimento inicial de mudas, como forma de avançar no conhecimento e disponibilizar tecnologias para plantio nas condições locais. Os valores médios para comprimento largura e espessura das sementes são, respectivamente, 16,3 mm; 11,4 mm e 2,9 mm, com teores de água entre 13,4 e 16,3% e massa de mil sementes entre 386,0 gramas e 359,0 gramas. O substrato areia obteve melhores resultados para crescimento do *P. gracilipes* tanto para sementes pequenas quanto grandes. O substrato contendo areia+casca de arroz queimada resulta menor crescimento das plântulas do *P. gracilipes*.

PALAVRAS-CHAVE: Roxinho; biometria de sementes; vigor de sementes; mudas.

ABSTRACT: The genus *Peltogyne* composed of several species and it is found in almost all the native forests of the Country, having also occurrence in other countries of South and Central America. The species *Peltogyne gracilipes* is considered endemic to Roraima, due to its predominant standard occupation of distribution in relation to other species. The studies about *Peltogyne gracilipes* are still scarce, due to this factor, they seek to broaden the information about the species with this characteristic and considering the Amazonian environment, they present adaptive plasticity to the diversity of ecosystems in this region. The aim of this work was to generate information on *Peltogyne gracilipes*, a native forest species of Roraima, through morphobiometric studies of seeds, propagation and factors related to the initial growth of seedlings, as a way to advance knowledge and make available technologies for planting in local conditions. The average values for length, width and thickness of the seeds are, respectively, 16.3 mm; 11.4 mm and 2.9 mm, with water contents between 13.4 and 16.3% and mass of one thousand seeds between 386.0 grams and 359.0 grams. The substrate sand obtained better results for growth of *P. gracilipes* for both small and large seeds. The substrate containing sand + burnt rice husk resulted in decreased growth of *P. gracilipes* seedlings.

KEYWORDS: Roxinho; seed biometrics; seed vigor; seedlings.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande riqueza de biodiversidade, sendo detentor da maior parte das florestas intactas do mundo. Somente em relação à flora, possui mais de 56 mil espécies, ou aproximadamente 20% da flora mundial (VISNADI, 2013). Apenas na Amazônia é estimada a ocorrência de quarenta mil espécies vasculares de plantas, das quais trinta mil são endêmicas à região (MITTERMEIER et al., 2003).

Estudos com sementes florestais representam estreita relação com as questões ambientais que atualmente repercutem na sociedade como um todo. As preocupações geradas pela utilização dos recursos naturais têm despertado, de alguma forma, questionamentos sobre os desafios, com efeitos mitigadores, que deverão ser implementados. O que se espera são respostas que conduzam à recuperação ambiental, com ganhos na produtividade do setor florestal, conservação e multiplicação das espécies com padrões técnicos de qualidade.

A obtenção de sementes representa uma atividade que requer monitoramento constante da época de oferta natural dos materiais propagativos, nas áreas de ocorrência das populações de interesse. A garantia de se trabalhar com maior diversidade das espécies de interesse, passa necessariamente pela necessidade de monitorar várias populações da espécie considerada. Outras etapas que sucedem a obtenção das sementes referem-se aos processos de germinação e produção de mudas, já que o

objetivo fim é o plantio em áreas alteradas de suas condições naturais. A qualidade da muda responde por grande parte do sucesso da sobrevivência na fase pós-plantio.

Os parâmetros associados aos indicadores de qualidade de mudas são aqueles relacionados com a biomassa, altura e diâmetro (REIS et al., 2016), e os estudos orientados para este contexto baseiam-se nestes parâmetros morfológicos para a estimativa do crescimento de plantas em campo. Algumas espécies apresentam-se com ciclos anuais ou bianuais de oferta de sementes.

O roxinho (*Peltogyne gracilipes*), espécie considerada endêmica de Roraima, é tido como monodominante (MARIMON, 2005), ou seja, ocupa um padrão de distribuição predominante em relação às demais espécies no ambiente. A primeira floresta monodominante estudada sobre solos bem drenados foi a floresta de *Peltogyne gracilipes*, localizada na região centro-norte do estado, Ilha de Maracá, em Roraima (NASCIMENTO, 1994).

Em Roraima a floresta monodominante de *P. gracilipes* representa área de transição entre savanas e floresta ombrófila densa (CARVALHO et al., 2015; MILLIKEN & RATTER, 1998). Segundo Nascimento & Proctor (1997), o caráter monodominante do *P. gracilipes* na Ilha de Maracá (RR), pode estar relacionado com a baixa mortalidade de plântulas e mudas desta espécie na fase posterior à germinação de suas sementes. Em geral os estudos buscaram ampliar as informações sobre espécies com esta característica e, considerando-se o ambiente amazônico, apresentam plasticidade adaptativa à diversidade de ecossistemas da região (D’ALESSANDRI & SMIDERLE, 2013).

Objetivo

Gerar informações sobre *Peltogyne gracilipes*, espécie florestal nativa de Roraima, por meio de estudos morfobiométricos de sementes, propagação e fatores relacionados ao crescimento inicial de mudas, como forma de avançar no conhecimento e disponibilizar tecnologias para plantio nas condições locais.

2 | METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes e casa de vegetação da Embrapa Roraima. As atividades foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes, num período de doze meses em função de vigência da bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq). Destaca-se as listadas em seguida: revisão bibliográfica sobre *Peltogyne gracilipes*; caracterização e uniformização dos lotes de sementes; realização de procedimentos nas sementes para pré-germinação das mesmas; determinação de laboratório (massa de mil sementes, umidade, biometria) e determinações de experimento em casa de vegetação (altura de plântula, número de folhas, diâmetro de caule).

As sementes para a realização do trabalho foram coletadas (março/2016) à margem esquerda do igarapé Matrinchã, município de Amajari (03° 37' 15,5" N; 61° 38' 16,8" W), Roraima. A coleta das sementes foi realizada no chão sob a copa das árvores do roxinho, em ambiente sombreado e pleno sol. No laboratório de Sementes (LAS) da Embrapa Roraima, as mesmas passaram por processo de beneficiamento manual e foram armazenadas em garrafas tipo “pet”, posteriormente foram analisadas:

Primeira Etapa: Caracterização e uniformização dos lotes de sementes

As sementes foram obtidas de frutos coletados no chão no estado de Roraima. Antes de iniciar os testes laboratoriais, realizou-se assepsia das sementes pela lavagem em água corrente, seguida de secagem no LAS.

As sementes coletadas após uniformizadas manualmente pela separação de diferentes tamanhos, obtenção de lotes com sementes de tamanho semelhante. Com a separação quantificou-se a presença de sementes de determinado tamanho, caracterizando-as. A uniformidade das sementes permite reduzir variações devidas a possíveis diferenças entre os tamanhos apresentados pelas sementes. Na caracterização das sementes avaliou-se:

Biometria das sementes

A biometria das sementes foi determinada por meio das medições do comprimento, largura e espessura das mesmas, com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm) conforme Ataíde (2013), além da determinação da massa individual das sementes. O comprimento foi considerado aquele compreendido entre a porção basal e a apical da semente e a largura e espessura foram tomadas na parte intermediária das mesmas. Os valores obtidos foram analisados pelo cálculo da distribuição da frequência e a massa individual das sementes determinada por meio de balança de precisão (0,001 g).

Determinação da massa de 1000 sementes

A massa de 1000 sementes foi determinada para as sementes coletadas, conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), onde utilizou-se oito repetições de 100 “sementes puras” (sementes inteiras), que foram pesadas com o auxílio de balança eletrônica, com precisão de 0,001 g. O cálculo da massa de 1000 sementes foi conforme a equação 1.

$$\text{Massa de 1000 sementes} = \frac{\text{Massa da amostra}}{\text{N}^\circ \text{ total de sementes}} \times 100 \quad (1)$$

Teor de água das sementes

Utilizou-se duas repetições de sementes na determinação do teor de água. Para

obtenção da massa fresca, as sementes foram colocadas em recipientes de alumínio e pesadas em balança de precisão 0,001 g, em seguida submetidas à secagem em estufa com temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com pesagem após 24 horas. O grau de umidade foi calculado com base na massa fresca das sementes, a partir da equação 2 e os resultados expressos em percentagem.

$$\text{Teor de Água} = \frac{(\text{massa fresca} - \text{massa seca})}{\text{massa fresca}} \times 100 \quad (2)$$

Germinação de Sementes

As sementes utilizadas no teste de germinação foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 5% (por 2 minutos), em seguida lavadas em água corrente e posteriormente, colocadas para germinar. Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes, colocadas em substrato (papel germinação) umedecido 2,5 vezes o peso com água destilada e mantidas em condições controladas em câmara de germinação (B.O.D.), a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, sob iluminação fluorescente branca contínua. A verificação do número de sementes germinadas foi realizada a cada 24 horas. Considerou-se semente germinada aquela que apresentava raiz com pelo menos 2 mm. O experimento foi finalizado quando as sementes germinaram ou estavam deterioradas conforme Brasil (2009). Os valores obtidos para germinação foram calculados e expressos em percentagem.

Segunda Etapa: Monitoramento do crescimento de plântulas

O crescimento e desenvolvimento de mudas foram estudados em condições controladas na sede da Embrapa Roraima, em Boa Vista. O experimento foi conduzido em casa de vegetação mantida sob condições controladas de umidade (60-70%) e temperatura ($29-32^\circ\text{C}$). Os fatores em estudo foram duas condições de coleta de sementes no chão (pleno sol e sombra) e sete substratos: Areia; Vermiculita; Casca de arroz queimada (CAQ); Areia + vermiculita (1:1); Casca de arroz + vermiculita (1:1); Areia + casca de arroz queimada (1:1); Areia + CAQ + vermiculita (2:1:1). Esses tratamentos foram avaliados em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, no esquema fatorial 2×7 . A unidade experimental foi constituída por recipientes de polietileno com capacidade de 3,8 L, com perfurações na sua base. Em cada recipiente foram transplantadas quatro sementes pré-germinadas (emissão da radícula), realizado em condições de laboratório. A irrigação foi realizada de forma a manter os recipientes com 80% da capacidade de campo. Foram realizadas avaliações sequenciais durante o período estabelecido para crescimento das plântulas até obter mudas:

a) Altura da plântula (cm): com auxílio de régua graduada, a altura das plântulas foi medida quinzenalmente, considerando-se a base da muda até a gema apical. Esta

avaliação iniciou 15 dias após aparecer as folhas definitivas;

b) Número de folhas: o registro do número de folhas das plântulas foi realizado mensalmente, a partir do aparecimento do primeiro par definitivo;

c) Diâmetro do coleto (mm): o diâmetro do coleto das plântulas foi medido a 2 cm do substrato mensalmente, com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), a partir do aparecimento do primeiro par de folhas definitivo;

d) Biomassa da parte aérea e da raiz. Ao final das avaliações previstas (oito meses), foram cortadas seis plantas de cada tratamento, separando-se as folhas, caule e sistema radicular. Esses componentes foram lavados em água corrente, acondicionados em sacos de papel separadamente e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até obter massa constante, medida em balança de precisão (0,01 g). Avaliou-se a massa seca de folhas (MSF, g planta⁻¹), massa seca de caule (MSC, g planta⁻¹) e massa seca da raiz (MSR, g planta⁻¹).

A partir dos dados obtidos determinou-se a massa seca total (MST), razão (RMSPA/MSR) entre massa da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) e razão de massa foliar (RMF), com aplicação das fórmulas:

$$MST = MSF + MSC + MSR \text{ (g planta}^{-1}\text{)}; \text{ MSPA/MSR} = (MSF + MSC)/MSR;$$

$$RMF = MSF/MST$$

e) Determinação de qualidade das mudas

A avaliação da qualidade das mudas foi realizada com base nos critérios descritos por Dickson et al. (1960) por meio da fórmula:

$$IQD = MST / [(H/D) + (MSPA/MSR)], \text{ onde:}$$

IQD = Índice de qualidade de Dickson;

H = altura média das plantas; D = Diâmetro do colo das plantas e

MSPA/MSR = razão entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz.

Análises dos dados

Os resultados relacionados à percentagem de germinação, altura e número de folhas das plantas e massa seca das plantas e raízes foram submetidos à análise de variância, em sendo significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Enquanto os dados de altura e diâmetro do colo obtidos no monitoramento foram analisados por regressão, ao nível de 5%.

3 | RESULTADOS

Foram obtidas (coletadas) sementes de três ambientes no estado de Roraima, denominados de ambientes **A**, **B**, e **C** para as determinações de biometria. Após recebidas no Laboratório de análise de sementes (LAS) foi providenciado o beneficiamento dos lotes para possibilitar as classificações realizadas em seguida. De acordo com o lote, realizou-se a separação por tamanho das sementes (pequenas,

médias e grandes) e em seguida medição da biometria das sementes (Tabelas 1 e 2) e determinada a massa das sementes individualmente e obtida a massa de mil sementes. Os valores médios obtidos para cada ambiente variou em relação ao comprimento, largura e espessura das sementes, sendo as médias obtidas respectivamente de 16,3 mm; 11,4 mm e 2,9 mm. Além disso, em amostras de sementes obtidas no ambiente **C** determinou-se o teor de água, que variou de 13,4 a 16,3% (Tabela 3), juntamente com a obtenção da média do número de sementes em 10 gramas de amostra que variou de 30 a 80 sementes.

| Tamanhos | Comprimento (mm) | Largura (mm) | Espessura (mm) |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| Ambiente A | | | |
| Pequeno | 14,6 | 10,3 | 2,7 |
| Médio | 16,6 | 11,3 | 2,8 |
| Grande | 18,2 | 12,2 | 2,8 |
| média | 16,5 | 11,3 | 2,8 |
| Ambiente B | | | |
| Pequeno | 14,6 | 10,8 | 2,9 |
| Médio | 16,0 | 11,2 | 2,9 |
| Grande | 17,6 | 12,3 | 2,9 |
| média | 16,1 | 11,4 | 2,9 |

Tabela 1. Valores médios da biometria de sementes de *Peltogyne gracilipes* obtidas dos ambientes **A e B**, separadas visualmente por tamanho

As sementes do ambiente **C** apresentaram maiores espessuras em relação aos outros dois ambientes, bem como maiores diferenças entre sementes grandes e pequenas (Tabela 2), além de coloração diferenciada.

| Cores e Tamanhos | Comprimento (mm) | Largura (mm) | Espessura (mm) |
|-------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| Marrom Claro e Pequeno | 15,5 | 10,0 | 3,0 |
| Marrom Claro e Grande | 17,1 | 10,8 | 3,2 |
| Marrom Escura e Pequeno | 14,6 | 10,2 | 2,9 |
| Marrom Escura e Grande | 17,2 | 11,3 | 3,3 |
| média | 15,7 | 10,3 | 3,0 |

Tabela 2. Valores médios da biometria de sementes de *Peltogyne gracilipes* obtidas no ambiente **C**, separadas por tamanho e coloração de tegumento

Os valores médios da massa de 1000 sementes (g), obtidos para sementes de *Peltogyne gracilipes*, obtidas de três ambientes (A, B, C) e classificadas como grandes foi de 386,0 g e as pequenas de 359,0 g. Os teores de água (BRASIL, 2009) em média das sementes de *Peltogyne gracilipes* em cada tratamento, bem como o número de sementes em 10 gramas de diferentes classes identificadas na análise visual são apresentados na tabela 3.

| Classes das Sementes | Massa Fresca (g) | Massa Seca (g) | Teor de água (%) | Nº sementes |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------|
| Sementes marrom claras | 2,009 | 1,720 | 14,4 | 30 |
| Sementes normais | 2,009 | 1,740 | 13,4 | 35 |
| Sementes fungadas | 2,008 | 1,680 | 16,3 | 50 |
| Sementes secas | 2,008 | 1,700 | 15,3 | 80 |
| Sementes furadas | 2,000 | 1,680 | 16,0 | 75 |

Tabela 3. Valores médios de massa fresca e seca (g), teor de água (%) e número de sementes em 10 gramas, obtidos em sementes de *Peltogyne gracilipes* classificadas visualmente

Os resultados obtidos em relação aos valores médios da biometria de sementes de roxinho (*Peltogyne gracilipes*), com maiores valores médios de comprimento foram de sementes grandes oriundas do ambiente **A**. Quanto à largura e espessura das sementes, que obtiveram os valores médios da biometria, obtidos de sementes oriundas do ambiente **C**, estas apresentaram sementes com diferentes espessuras em função do tamanho (grande/ pequenas) em conjunto com a coloração clara e escura (Tabelas 2 e 3). As sementes avaliadas apresentaram valores de germinação superiores a 80%.

Crescimento de mudas de roxinho: no estudo do desenvolvimento da parte aérea, realizou-se avaliação final das plântulas, sendo realizada com auxílio de trena para medir a altura e auxílio de paquímetro digital para medir o diâmetro do caule das plântulas, a 2 cm do nível do substrato, bem como a contagem do número de folhas, realizada manualmente (Tabela 4).

| Substratos | Altura | Nº Folhas | Diâmetro |
|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| Areia | 36,8a | 15,9ab | 5,9a |
| Vermiculita | 22,7bc | 17,8a | 4,6bc |
| Casca de Arroz queimada- CAQ | 10,0e | 2,0c | 1,0d |
| Areia + vermiculita | 28,9ab | 18,8a | 5,1ab |
| Areia + CAQ | 9,0e | 2,0c | 1,0d |
| CAQ + vermiculita | 17,1d | 10,6ab | 3,0c |
| Areia + vermiculita+ CAQ | 18,6c | 9,0bc | 3,1c |
| Média Sementes GRANDES | 20,4A | 10,9A | 3,4A |
| Areia | 34,0a | 19,8a | 5,6a |
| Vermiculita | 20,3bc | 21,8a | 4,3a |
| Casca de Arroz queimada- CAQ | 8,0d | 1,0c | 1,0c |
| Areia + vermiculita | 27,5ab | 24,0a | 5,2a |
| Areia + CAQ | 4,0d | 1,0c | 1,0c |
| CAQ + vermiculita | 12,3d | 6,3bc | 2,2b |
| Areia + vermiculita+ CAQ | 15,4cd | 10,0b | 2,4b |
| Média Sementes Pequenas | 17,4B | 11,9A | 3,0A |
| CV. % | 10,44 | 17,96 | 7,64 |

Tabela 4. Valores médios de altura (cm), número de folhas, e diâmetro do caule (mm) de plântulas de *Peltogyne gracilipes* obtidas de sementes grandes e pequenas, cultivadas em

diferentes substratos em casa de vegetação aos 12 meses.

*Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento estabelecido com misturas de substratos (Tabela 4), verificaram-se maiores valores de crescimento em altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule, no substrato areia para sementes pequenas e grandes. No substrato areia, obteve-se valores médios de 36,8 cm (sementes grandes) e 34,0 cm (sementes pequenas) na altura de plântulas; 15,9 (sementes grandes) e 19,8 (sementes pequenas) para o número de folhas; 5,9 mm (sementes grandes) e 5,6 mm (sementes pequenas) para diâmetro do caule. Sementes grandes resultaram em plântulas maiores aos 12 meses.

Foram realizadas outras avaliações, como relação entre MSPA, MSR, MST, PA/R e o IQD com resultados apresentados na tabela 5. As médias obtidas indicaram diferença significativa para MSPA, MSR nos diferentes substratos, sendo que a maior média obtida foi do substrato areia, tanto para sementes grandes quanto para sementes pequenas. A massa seca total de plântulas (MST, g), também mostrou diferença significativa entre os diferentes substratos.

| Sementes Grandes | MSPA | MSR | MST | PA/R | IQD |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Areia | 9,01a | 10,02a | 19,03a | 1,15a | 2,71a |
| Vermiculita | 5,09ab | 5,69b | 10,77a | 1,16a | 1,79a |
| Casca de Arroz queimada- CAQ | 1,07c | 1,02c | 2,10b | 0,95a | 0,19b |
| Areia+Vermiculita | 8,52a | 7,83ab | 16,35a | 0,92a | 1,90a |
| CAQ+Vermiculita | 2,22c | 2,19c | 4,41b | 1,13a | 0,67b |
| Areia + CAQ | 1,00c | 1,02c | 2,02b | 1,04a | 0,20b |
| Areia+CAQ+Vermiculita | 2,36bc | 1,79c | 4,16b | 0,92a | 0,56b |
| Médias | 3,97A | 4,03A | 8,01A | 1,04A | 1,15A |
| Sementes Pequenas | | | | | |
| Areia | 9,74a | 9,08a | 18,82a | 0,92a | 2,63a |
| Vermiculita | 4,74b | 4,85b | 9,60b | 0,99a | 1,69a |
| Casca de Arroz queimada- CAQ | 1,02c | 0,95c | 1,97c | 0,94a | 0,22b |
| Areia+Vermiculita | 8,50ab | 7,42ab | 15,93ab | 0,90a | 2,53a |
| CAQ+Vermiculita | 0,90c | 0,94c | 1,84c | 1,05a | 0,29b |
| Areia + CAQ | 0,97c | 0,87c | 1,85c | 0,90a | 0,20b |
| Areia+CAQ+Vermiculita | 1,58c | 1,23c | 2,81c | 0,80a | 0,40b |
| Médias | 3,92A | 3,62A | 7,55A | 0,99A | 1,14A |
| CV. % | 19,11 | 17,30 | 18,78 | 10,91 | 12,79 |

Tabela 5. Valores médios de massa seca de parte aérea (MSPA, g), raiz (MSR, g), massa seca total de plântula (MST, g), relação parte aérea e raiz (PA/R) e índice de qualidade de Dickson (IQD) plântulas de *Peltogyne gracilipes* obtidas de sementes grandes e pequenas, cultivadas em diferentes substratos no interior de casa de vegetação aos 12 meses

*Na coluna, letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O substrato com casca de arroz queimada- CAQ e o substrato areia, apresentaram

médias semelhantes entre si, tanto para sementes pequenas quanto grandes. Os substratos CAQ+vermiculita e areia+vermiculita comparados com areia, diferem significativamente para MSPA, MSR e MST.

No período de 12 meses, foi realizado o monitoramento do crescimento das plântulas, tanto de sementes grandes, quanto de sementes pequenas, nos diferentes substratos (Figuras 1 e 2). O crescimento e desenvolvimento em altura de plantas (Figura 1G e 1p) e diâmetro do caule (Figura 2G e 2p), oriundas de sementes pequenas e grandes de *Peltogyne gracilipes* cultivadas em sete misturas de substratos por 12 meses está nas figuras 1 e 2.

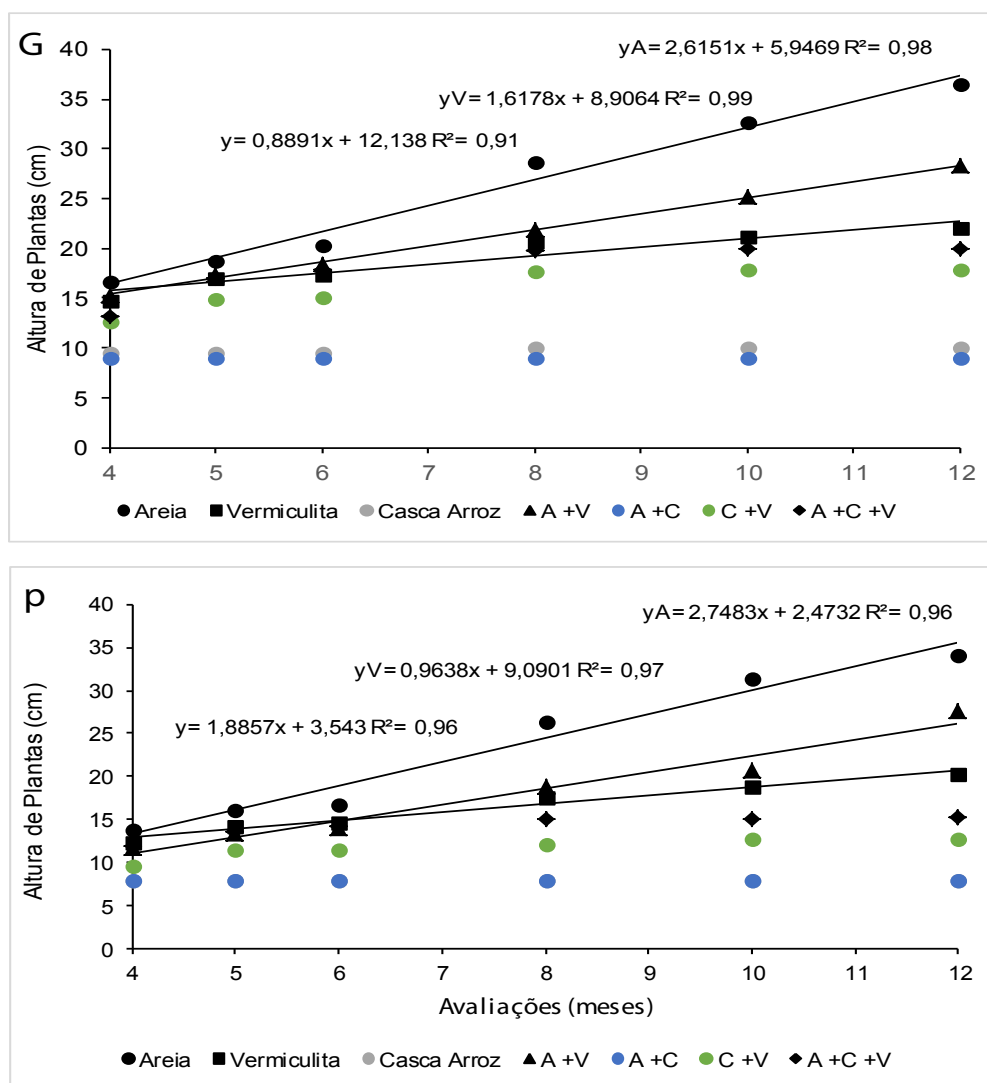


Figura 1. Crescimento em altura de plântulas oriundas de sementes grandes (G) e pequenas (p), de roxinho cultivado em diferentes substratos, por 12 meses.

As retas de crescimento para a altura de plantas (Figura 1G e 1p) e diâmetro do caule (Figura 2G e 2p) no cultivo do roxinho foram distintas em função dos diferentes substratos utilizados. Dentre os substratos os que se destacaram foram: areia (A), vermiculita (V) e areia+vermiculita (A+V), nos quais são demonstradas as equações polinomiais das retas geradas.

Em relação à altura da planta (Figura1), obteve melhor resultado no substrato

areia, onde apresentou o coeficiente de determinação das retas $R^2= 0,98$ para sementes pequenas e $R^2=0,96$ para sementes grandes. Em relação ao diâmetro do caule, também a melhor foi obtida no substrato areia, apresentando tendência de crescimento linear constante, com coeficiente de determinação $R^2=0,99$ sementes grandes e $R^2=0,98$ sementes pequenas.

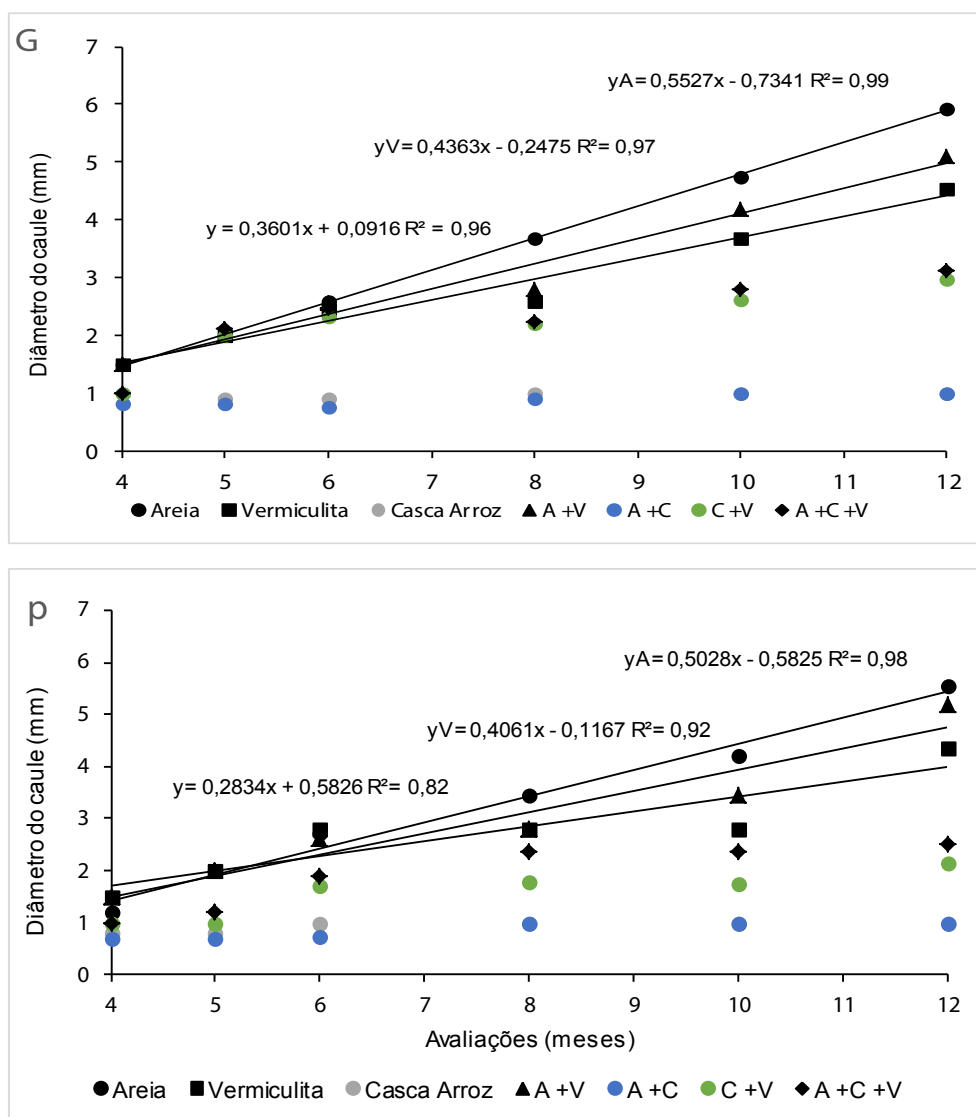


Figura 2. Evolução do diâmetro do caule de plantas oriundas de sementes grandes (G) e pequenas (p), de roxinho cultivado em diferentes substratos, por 12 meses.

De modo geral, no crescimento foram obtidos bons resultados em relação aos três substratos destacados, tanto para sementes pequenas quanto grandes, com alto coeficiente de determinação (R^2), indicativo de tendências crescentes constantes para altura e diâmetro do caule nas plântulas de roxinho ao longo de 12 meses em casa de vegetação. Isto sugere que a presença deste material (areia) contenha os mesmos valores nutricionais do ambiente natural do roxinho, sendo que o roxinho predomina em regiões com classe de solos arenosos, a qual favoreceu ao maior crescimento. Já a mistura areia + casca de arroz queimada contém o menor conteúdo de nutrientes exigido pela espécie, possivelmente sendo esta a principal razão desse resultado inferior.

4 | CONCLUSÕES

Os valores médios para comprimento largura e espessura das sementes são, respectivamente 16,3 mm; 11,4 mm e 2,9 mm, com teores de água entre 13,4 e 16,3% e massa de mil sementes entre 386,0 gramas e 359,0 gramas.

O substrato areia obteve melhores resultados para crescimento do roxinho (*Peltogyne gracilipes*) tanto para sementes pequenas quanto grandes.

O substrato contendo areia+casca de arroz queimada apresentou menor crescimento das plântulas do roxinho.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES pelas bolsas de PQ, IC e EAD concedidas.

REFERÊNCIAS

ATAÍDE, G.M. **Fisiologia, bioquímica e anatomia de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae) germinadas sob diferentes temperaturas.** Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, L.C. da S.; BARBOSA, R.I.; NASCIMENTO, M.T. **Estoque de raízes em floresta monodominante de *Peltogyne gracilipes* na Ilha de Maracá, Roraima.** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 12., 2015, São Lourenço. **Anais.** São Lourenço: SEB, 2015. Disponível em <http://www.seb-ecologia.org.br/xiiceb/pdf/182.pdf> Acesso em 02 fev. 2017.

CIPEM org.: Catálogo, Pau-roxo 2011. Disponível em: <<http://www.cipem.org.br/catalogo/paginas/pauroxo.html>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

CONNELL, J. H.; LOWMAN, M. D. 1989. **Low-diversity tropical rain forests: some possible mechanisms for their existence.** The American Naturalist 134:88-119.

D'ALESSANDRI, F.; SMIDERLE, G. **O novo retrato da biodiversidade na Amazônia.** Disponível em: <http://www.uenf.br/publicacoes/revista-ecouenf/2013/11/22/o-novo-retrato-da-biodiversidade-naamazonia-novembro-2013/>. Acesso em 02 fev. 2017.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and hite pine seedling stock in nurseries. Forest Chronicle, v. 36, p.10-13, 1960

FERREIRA, D.F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

MARINOM, B. S. **Dinâmica de uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* taub. e comparação com uma floresta mista em nova xavantina- MT 2005.** 268p. Dissertação (Doutorado em Ecologia) - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília- UnB, Distrito Federal, 2005.

MILLIKEN, W.; RATTER, J.A. The vegetation of the Ilha de Maracá. In: MILLIKEN, W.; RATTER, J.A. (Ed.). **Maracá: The biodiversity & environment of an Amazonian rainforest.** England: John Willwy & Sons, 1998. 508p.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G.A.B. e KORMOS, C. Wilderness and Biodiversity Conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v.100 (18), p.10309-10313, 2003.

NASCIMENTO, M.T.; CUNHA, C.N. **Estrutura e composição florística de um Cambarazal no pantanal de Poconé-MT**. Acta Botânica Brasílica, v.3, n.2, p.3-23, 1989.

NASCIMENTO, M. T.; JOSÉ, D.M.V. **O Cambarazal no pantanal de Mato Grosso**. Boletim da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza. 21: 116- 123, 1986.

NASCIMENTO, M.T. 1994. **A monodominant rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil: Forest Structure and Dynamics**. PhD Thesis, Department of Biological and Molecular Sciences, University of Stirling, Scotland, UK.

NASCIMENTO, M.T.; PROCTOR, J. Population dynamics of five tree species in a monodominant Peltogyne forest and two others types on Maracá Island, Roraima, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.94, n.9, p. 118-128, 1997.

OLIVEIRA, F.P. de; SOUZA, A.L. de; FERNANDES FILHO, E.I. Caracterização da monodominância de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) no município de Tumiritinga – MG. **Ciência Florestal**, v.24, n.2, p. 1-13, 2014.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção**. Londrina: ABRATES, 2015. 477p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília. 298 p, 1985.

REIS, S.M.; MARIMON-JÚNIOR, B.H.; MORANDI, P.S.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; OLIVEIRA, B.; MARIMON, B.S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.11-20, 2016.

VISNADI, S.R. Bryoflora from the tourist state park of Alto do Ribeira, São Paulo state, Brazil. **Tropical Bryology**, v. 35, n.1, p. 52-63, 2013.

Participantes do Projeto

- Jane Maria Franco de Oliveira D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Roraima. jane.franco@embrapa.br
- Aline das Graças Souza, Professora, Instituto Federal de Roraima. IFRR. aline.souza@ifrr.edu.br
- Oscar José Smiderle, D.Sc., Tecnologia de Sementes, Pesquisador - Embrapa Roraima, POSAGRO. oscar.smiderle@embrapa.br
- Dalton Roberto Schwengber, M.Sc., Pesquisador - Embrapa Roraima, dalton.Schwengber@embrapa.br
- Rosiere Fonteles de Araújo, Bolsista PIBIC/CNPq, Graduanda do Curso de Agronomia da UFRR.



Visualização de sementes de *Peltogyne gracilipes*



Emergência de plântulas em diferentes substratos



Crescimento de plântulas em misturas de substratos e tamanhos de sementes



Visualização de plântulas nos recipientes com os sete diferentes substratos

DESEMPENHO DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DO TAMANHO E PERÍODO DE ARMAZENAMENTO

Leticia Delavalentina Zanachi

Mestranda em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)
Marechal Cândido Rondon – Paraná

Cristina Fernanda Schneider

Professora adjunto do curso de Agronomia da Escola de Ciências da Vida da PUCPR
Toledo – Paraná

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento bioquímico e fisiológico de sementes de soja de diferentes tamanhos, produzidas em Abelardo Luz – SC, e submetidas ao armazenamento. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, sendo dois tamanhos de sementes (5,5 e 6,5 mm de diâmetro) e 4 períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses). Foram utilizadas sementes do cultivar MG 410. Ao final de cada período a qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de peso de mil sementes, grau de umidade, condutividade elétrica, germinação, envelhecimento acelerado e atividade da peroxidase. Os dados foram analisados através do programa estatístico Sisvar. De maneira geral, a qualidade fisiológica e bioquímica das sementes sofreu influência em relação ao tamanho das sementes no decorrer do armazenamento. Contudo, o período

de armazenamento foi o que proporcionou diferença estatística em praticamente todas as variáveis analisadas, sendo que, o potencial fisiológico diminuiu ao longo da armazenagem. Apenas para a peroxidase não foram observadas diferenças no potencial fisiológico das sementes. Sendo assim, concluiu-se que o vigor das sementes decresceu conforme elas permaneceram armazenadas e que o tamanho das sementes influenciou na qualidade fisiológica durante o armazenamento das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, influência, comportamento, potencial fisiológico.

PERFORMANCE OF SOYBEAN SEEDS ACCORDING TO SIZE AND STORAGE PERIOD

ABSTRACT: Aim of the present work was to evaluate the biochemical and physiological behavior of soybean seeds of different sizes, produced in Abelardo Luz - SC, and submitted to storage. The design was completely randomized, in a 2x4 factorial scheme, with two seed sizes (5.5 and 6.5 mm diameter) and four storage periods (0, 2, 4 and 6 months). Seeds of the cultivar M 6410 were used. At the end of each period the seed quality was evaluated by the tests of thousand seed weight, moisture content, electrical conductivity, germination,

accelerated aging and peroxidase activity. The data were analyzed through the statistical program Sisvar. In general, the physiological and biochemical quality of the seeds influenced the seed size during storage. However, the storage period was the one that provided statistical difference in practically all the analyzed variables, and the physiological potential decreased during the storage. Only for the peroxidase did not observe differences in the physiological potential of the seeds. Thus, it was concluded that seed vigor decreased as they remained stored and that seed size influenced the physiological quality during storage.

KEYWORDS: *Glycine max*, influence, behavior, physiological potential.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais espécies produtoras de grãos cultivadas no Brasil. A cada safra aumenta a importância da utilização de sementes de alta qualidade, necessitando assim aprimorar as técnicas e métodos para produção de sementes (Embrapa, 2008).

Produzir semente de soja requer conhecimentos agrônômicos e alta tecnologia, pois a semente é muito sensível às condições climáticas na fase de maturação da lavoura. Com isso a escolha da área é de grande importância para a produção de sementes de elevada qualidade. No caso da soja, ela precisa de temperatura média de 20°C entre o dia e a noite, para assim atingir alta qualidade fisiológica, com elevados índices de vigor e germinação (Krzyzanowski et al., 2012).

Produção de semente de alta qualidade requer então locais de produção que apresentam condições ambientais adequadas, principalmente nas fases de maturação e de colheita onde essas devem ocorrer sob temperaturas amenas, associadas com condições climáticas secas (Embrapa, 2008).

A qualidade das sementes envolve aspectos como alto potencial genético, pureza física, aspectos fisiológicos como alta germinação e vigor, ausência de danos mecânicos, sanidade e uniformidade de tamanho, que, avaliados de modo conjunto, propiciam o conhecimento do valor real e do potencial de utilização de um lote de sementes (Paiva et al., 2006; Borém, 2005).

A longevidade das sementes é definida por Labbé e Villela (2012) como o período de tempo em que as sementes permanecem viáveis. Durante o período de armazenamento não é possível aumentar a qualidade da semente, apenas mantê-la (Nogueira e Sedyama, 2013). Desta forma, o armazenamento da semente é um processo delicado e segue alguns preceitos básicos para assegurar que a semente seja preservada com toda sua vitalidade e possa ter um excelente desempenho na formação das plantas que irão compor seu novo cultivo (Krzyzanowski et al., 2012).

A germinação e o vigor de sementes são fatores que podem sofrer influência em virtude do tamanho e local de produção, durante o período em que fica armazenada. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar o comportamento fisiológico e

bioquímico de sementes de soja de diferentes tamanhos, produzidas em Abelardo Luz – SC, e submetidas ao armazenamento.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Citologia e de Biotecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR – Campus Toledo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x4, sendo dois tamanhos de sementes (5,5 e 6,5 mm de diâmetro) e quatro períodos de armazenamento (0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento), totalizando 8 tratamentos com 4 repetições.

As sementes de soja (*Glycine Max*) utilizadas foram do cultivar M 6410 produzida em Abelardo Luz – SC. As amostras de sementes foram fornecidas pela empresa produtora de sementes C-Vale, no ano de produção 2016. Essas foram acondicionadas em caixas de papel com capacidade de 1 kg e mantidas em ambiente com temperatura e umidade controlada no laboratório de Citologia da Universidade.

Os testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes tiveram início no mês de julho de 2016 (amostras correspondentes ao tempo 0 de armazenamento), sendo que, a cada dois meses é que foram sendo retiradas as demais amostras.

Inicialmente, determinou-se o peso de mil sementes, no qual foram utilizadas oito repetições de 100 sementes por tratamento que foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g de acordo com as Regras para Análise de Sementes. Na sequência determinou-se o teor de água das sementes, utilizando-se 4 repetições de aproximadamente 50 g de sementes por tratamento, utilizou-se o método de estufa a $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (Brasil, 2009).

Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, pesadas em balança analítica e dispostas em copos plásticos com capacidade de 100 mL com volume de água deionizada de 75 mL, os mesmos foram mantidos em câmara com temperatura de 25°C pelo período de 24 horas. Após esse período foi realizada a leitura da solução utilizando-se o condutivímetro, onde os resultados foram expressos em $\mu\text{mho.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

O teste de germinação foi conduzido com oito repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel Germitest umedecido com água na proporção de 2,5 vezes seu peso. Os rolos de papel foram mantidos em câmara de germinação em temperatura de 25°C , sendo que as contagens foram realizadas ao 8º dia após a semeadura conforme Brasil (2009).

Para o teste de envelhecimento acelerado, foi adotada a metodologia descrita por Marcos Filho (1999), sendo utilizadas oito repetições de 50 sementes por tratamento, onde estas foram distribuídas em camada única, sobre tela de alumínio, fixada no interior de uma caixa plástica tipo Gerbox, com dimensões de 11,0 x 11,0 x 3,5 cm, contendo 40 mL de água. Essas caixas foram tampadas e então levadas à câmara

de envelhecimento a temperatura de 41° C onde permaneceram por 48 horas. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, nas mesmas condições citadas a cima, realizando-se apenas uma única avaliação no 5º dia após a semeadura, computando-se apenas a porcentagem de plântulas normais.

Para as análises bioquímicas, fez-se inicialmente o preparo enzimático. Para tanto, as amostras, empregadas, foram compostas por 0,5 gramas de sementes de soja, que foram homogeneizadas em 4 mL de tampão fosfato de sódio 0,01 M (pH 6,0) (tampão extração) em almofariz de porcelana previamente resfriado. O homogeneizado foi centrifugado a 20.000 *g* durante 20 minutos. O sobrenadante obtido, considerado como a fração contendo as proteínas solúveis, foi armazenado a 4 °C (Lusso e Pascholati, 1999) para as posteriores determinações de peroxidase, proteínas totais, fenilalanina amônia-liase e β -1,3 glucanase.

A atividade da peroxidase foi determinada a 30°C, através de método espectrofotométrico direto, pela medida do guaiacol em tetraguaiacol a 470 nm (Lusso e Pascholati, 1999). A mistura da reação era composta de 0,10 mL do extrato protéico e 2,9 mL de solução com 250 μ L de guaiacol e 306 μ L de peróxido de hidrogênio em 100 mL de tampão fosfato 0,01M (pH 6,0). A cubeta de referência continha 3 mL da solução com 250 μ L de guaiacol e 306 μ L de peróxido de hidrogênio em 100 mL de tampão fosfato 0,01M (pH 6,0). A atividade da peroxidase foi expressa como atividade específica (unidades de absorbância min-1g-1 de semente).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando da existência de significância pelo teste F, os dados foram desdobrados pela análise de regressão polinomial a 5% de probabilidade, com o auxílio do software Sisvar 5.3 (Ferreira, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos no presente trabalho, verificou-se a partir da análise de variância, que, para as sementes de soja da cultivar M 6410 produzida em Abelardo Luz – SC, as variáveis: grau de umidade (GU), sementes não germinadas (SNG) e envelhecimento acelerado (EA) foram significativos apenas para o período de armazenamento; peso de mil sementes (PMS) foi significativo para o tamanho de sementes e período de armazenamento, para plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e condutividade elétrica (CE) houve interação significativa entre os fatores, e para a variável peroxidase, nenhum dos fatores apresentou significância pelo teste F.

Na Figura 1 estão apresentados os valores referentes ao teor de água das sementes de soja, ao longo do período do armazenamento.

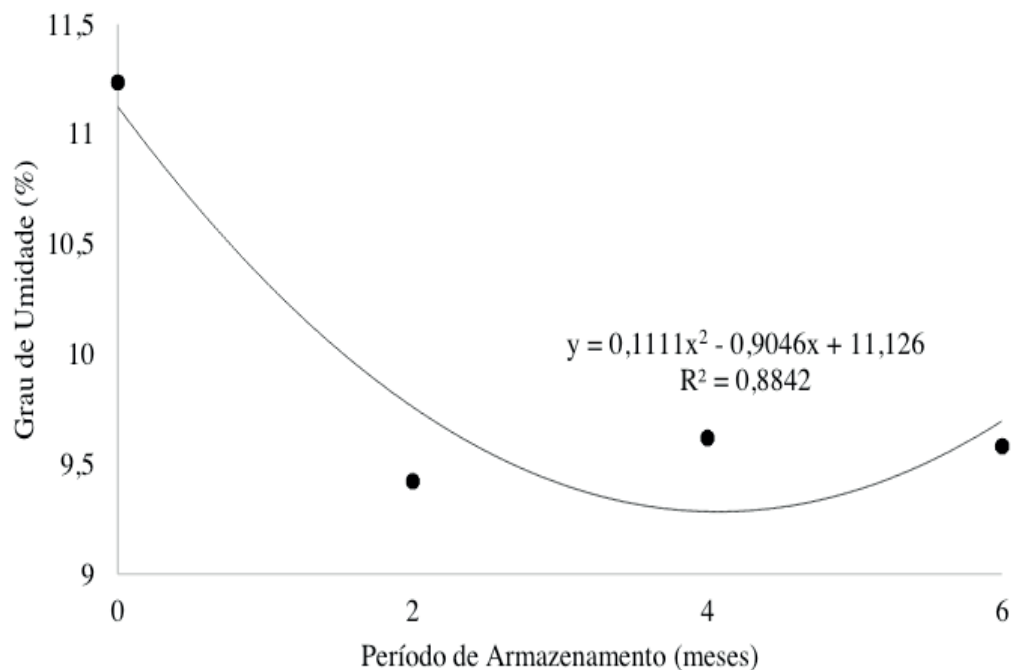


Figura 1: Grau de umidade, de sementes de soja em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

É possível notar que houve um decréscimo, ou seja, perda de água das sementes conforme foi aumentando o período de armazenamento, sendo que no quarto mês de armazenamento (novembro) obteve-se o ponto mínimo dos teores de água contido nas sementes, sendo esse o mês no qual se observou a menor umidade relativa do ar durante todo o período de armazenamento (Figura 3). Este resultado pode estar relacionado com a permeabilidade da embalagem em que as sementes ficaram acondicionadas (caixas de papel) durante o período de armazenamento, uma vez que esse tipo de embalagem pode sofrer influência das condições atmosféricas, permitindo com que haja troca de vapor de água com o ambiente no qual está armazenada, o que ocorre em razão das sementes serem higroscópicas, sujeitas aos processos de sorção, ou seja, o teor de água contido nas sementes está sempre em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar (Smaniotto et al., 2014).

Estes resultados são concordantes com os que foram obtidos por Silva et al. (2010), que observaram que o teor de umidade das sementes de soja armazenadas em embalagens permeáveis (papel), sofreram maior influência das condições atmosféricas do local de armazenamento do que as que ficaram armazenadas em outros tipos de embalagens (impermeáveis), reduzindo dessa forma o teor de umidade das sementes.

Segundo Bewley et al. (2013), dentre os fatores que influenciam a longevidade das sementes, os mais importantes são o grau de umidade da semente e a temperatura durante o armazenamento. Quando esses fatores não são ideais, inicia-se e/ou acelera-se o processo de deterioração das sementes. De acordo com Alencar et al. (2008), combinações de temperatura e teores de água mais elevados tendem a intensificar

a deterioração das sementes, sendo o recomendado armazenar as sementes com menores teores de água e temperatura possíveis.

Na avaliação do peso de mil sementes (Figura 2) nota-se que houve uma redução do peso de acordo com o armazenamento, indicando assim que as condições de armazenamento, ou seja, a temperatura do local (Figura 3) e a embalagem nas quais as sementes permaneceram armazenadas tiveram influência do ambiente e que também houve troca de umidade das sementes com o meio (Figura 1), contribuindo dessa forma para aceleração do processo respiratório das sementes e consequentemente ocasionando a oxidação das substâncias de reserva, reduzindo-se então o peso das amostras.

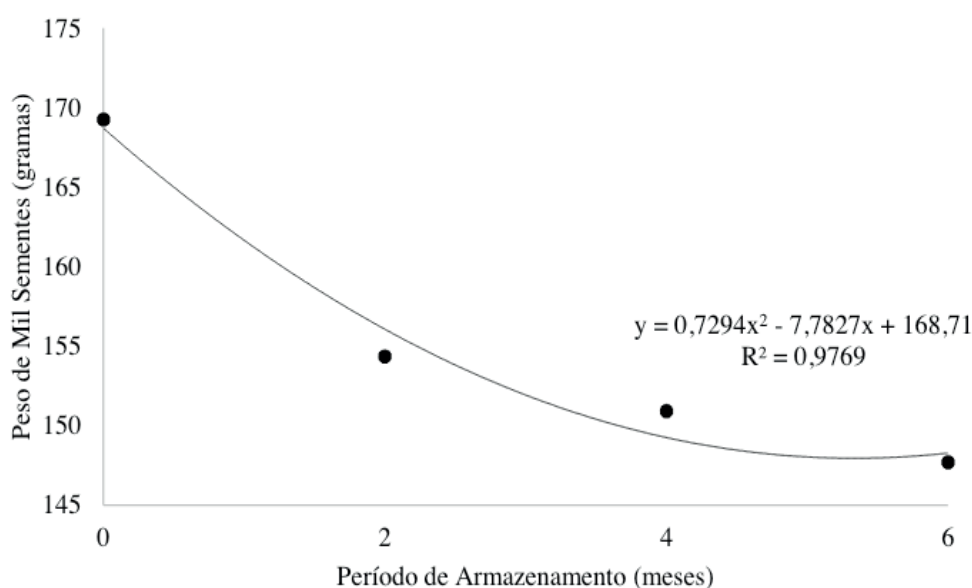


Figura 2: Peso de mil sementes (b), de sementes de soja em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

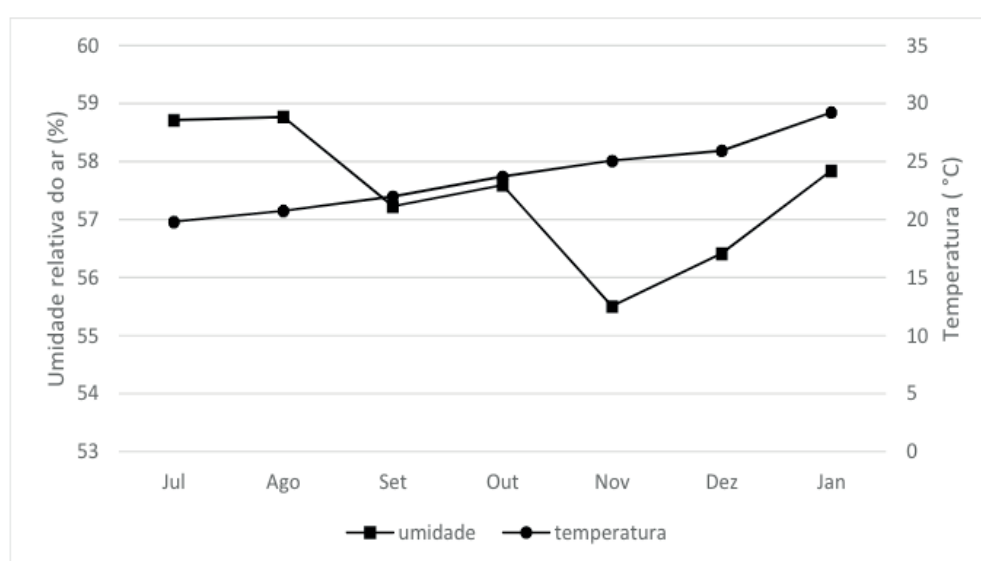


Figura 3: Umidade relativa do ar, em porcentagem e temperatura do ambiente, em graus Celsius, médios em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

Conforme se observa na Figura 4, houve resposta decrescente no número

de plântulas normais germinadas obtidas nos testes de germinação em função do período de armazenamento, sendo que, o mesmo comportamento foi observado para ambos os tratamentos. Contudo, houve menor porcentagem de plântulas normais das sementes com tamanho de 5,5 mm de diâmetro. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Carvalho e Nakagawa (2012), os quais verificaram que sementes de tamanhos maiores possuem, geralmente, embriões bem formados e quando comparadas a sementes de menores tamanhos apresentam maiores quantidades de reservas, por isso podem apresentar potencial superior de germinação, originando plântulas mais vigorosas, sendo por isso, consideradas de melhor qualidade fisiológica.

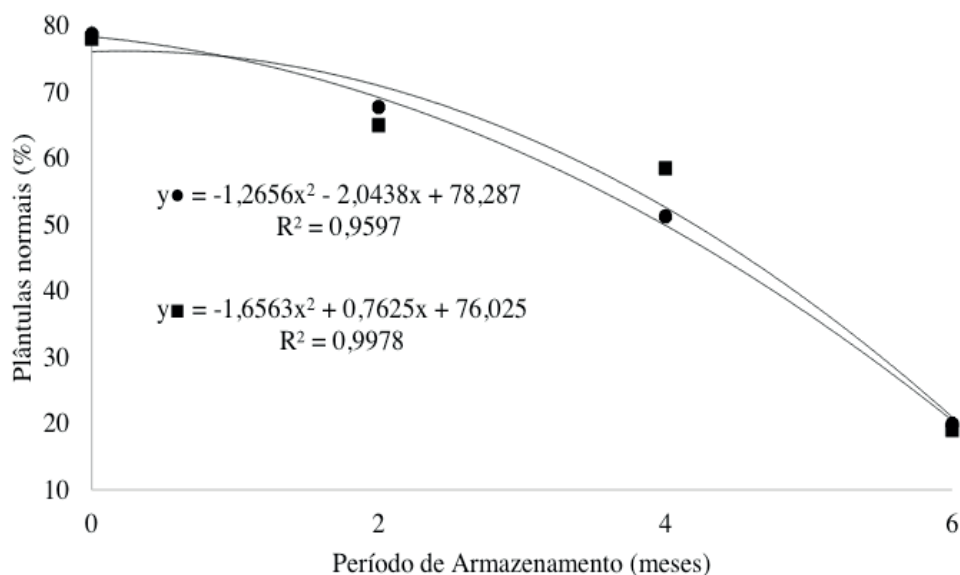


Figura 4: Porcentagem de plântulas normais germinadas do teste de germinação de sementes de soja, de peneira 5,5 (●) e 6,5 (■) em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

Em relação ao número de plântulas anormais determinadas no teste de germinação (Figura 5), verifica-se que houve incremento de plântulas anormais conforme mais longo foi o período das sementes armazenadas. Houve comportamento semelhante entre os diferentes tamanhos das sementes, no entanto, houve uma maior porcentagem de plântulas anormais em sementes de menor tamanho, indicando perda de vigor das mesmas no período de armazenamento. Segundo Pádua et al. (2010), que estudaram a influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja, verificaram que sementes de maior tamanho apresentam geralmente as melhores porcentagens de germinação, consequentemente menor quantidades de plântulas anormais.

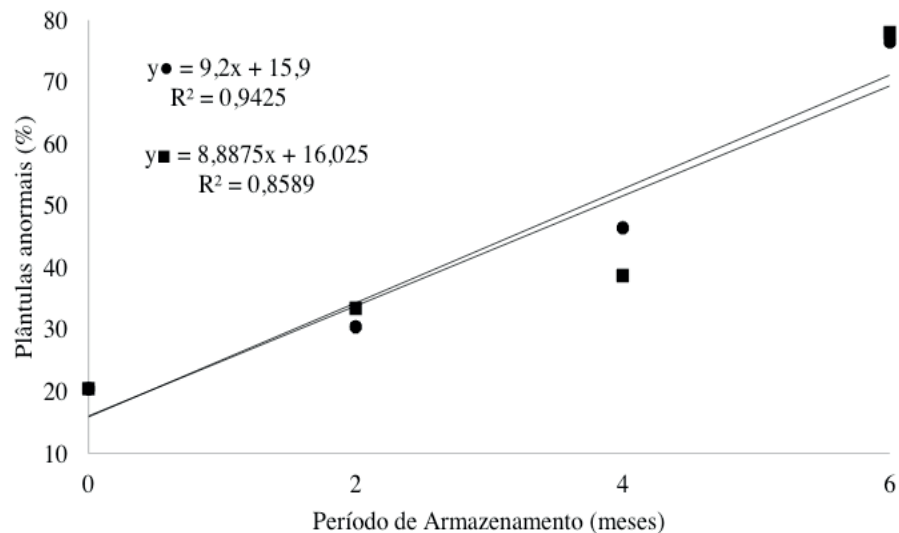


Figura 5: Porcentagem plântulas anormais germinadas do teste de germinação de sementes de soja, de peneira 5,5 (●) e 6,5 (■) em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

É importante ressaltar que, mesmo havendo um aumento de plântulas anormais nas sementes com 5,5 mm, nos períodos em que ficaram armazenadas, sua capacidade de germinação manteve-se em percentagens adequadas, sendo o recomendado para a comercialização um mínimo de 80% de germinação (Abrasem, 2013). Porém, segundo Bated (2003), se as sementes apresentarem percentual de germinação inicial baixa, elas podem perder sua qualidade durante o armazenamento de forma mais rápida.

A condutividade elétrica das sementes aumentou durante o armazenamento conforme observado na Figura 6, e isso pode ser explicado devido à crescente liberação de lixiviados para a solução de embebição, ou seja, ocorreu a lixiviação de constituintes celulares das sementes, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares que ocorreu em função da desidratação das sementes, sendo este um indicativo de perda de qualidade fisiológica das sementes. Essa liberação crescente de eletrólitos das sementes para a água de embebição tem interferência não só do tamanho das sementes mais também no tempo em que essas permaneceram armazenadas, sendo este um indicativo de perda de vigor e qualidade fisiológica durante o armazenamento (Smaniotto et. al., 2014).

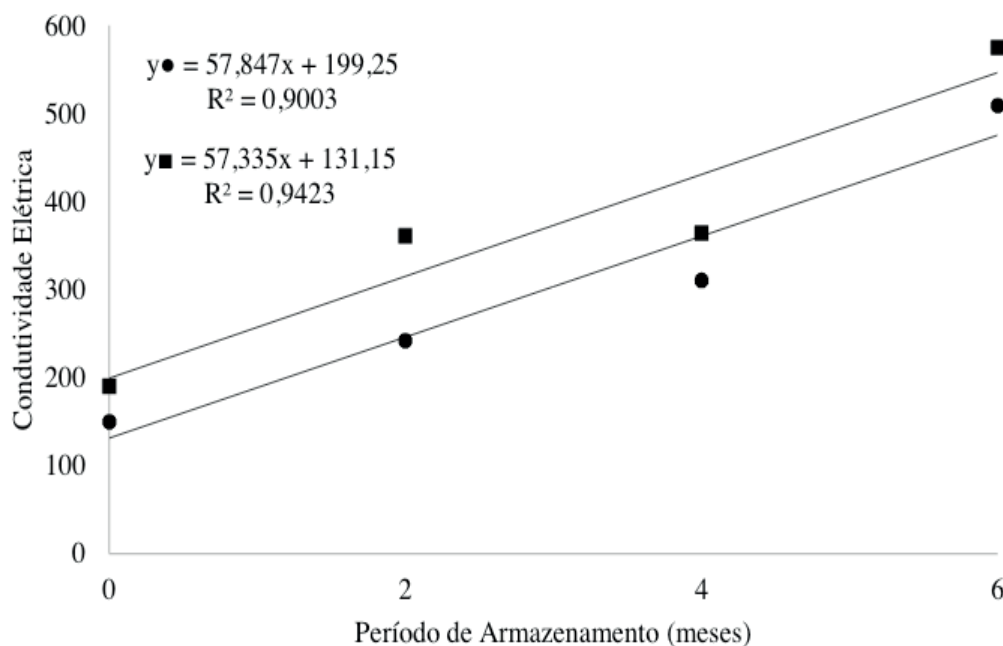


Figura 6: Condutividade elétrica de sementes de soja de peneira 5,5 (●) e 6,5 (■), em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

O aumento da condutividade elétrica no decorrer do armazenamento pode estar relacionado à reidratação das sementes, que pode ter promovido maiores danos ao sistema de membranas (Smaniotto et al., 2014), causado também pela liberação de exsudados através das membranas das sementes deterioradas (Fessel et al., 2010).

Com relação ao teste de envelhecimento acelerado (Figura 7), é possível notar que no início do armazenamento, as sementes apresentavam melhor vigor, esse que foi reduzindo ao longo do período de armazenamento das sementes. O fato que pode estar relacionado a esse decréscimo de vigor das sementes é o aumento da temperatura ao longo do período de armazenamento (Figura 3) que fez com que houvesse uma elevação maior da taxa de respiração e, conseqüentemente, o consumo de reservas, resultando assim em perda da qualidade fisiológica das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2012).

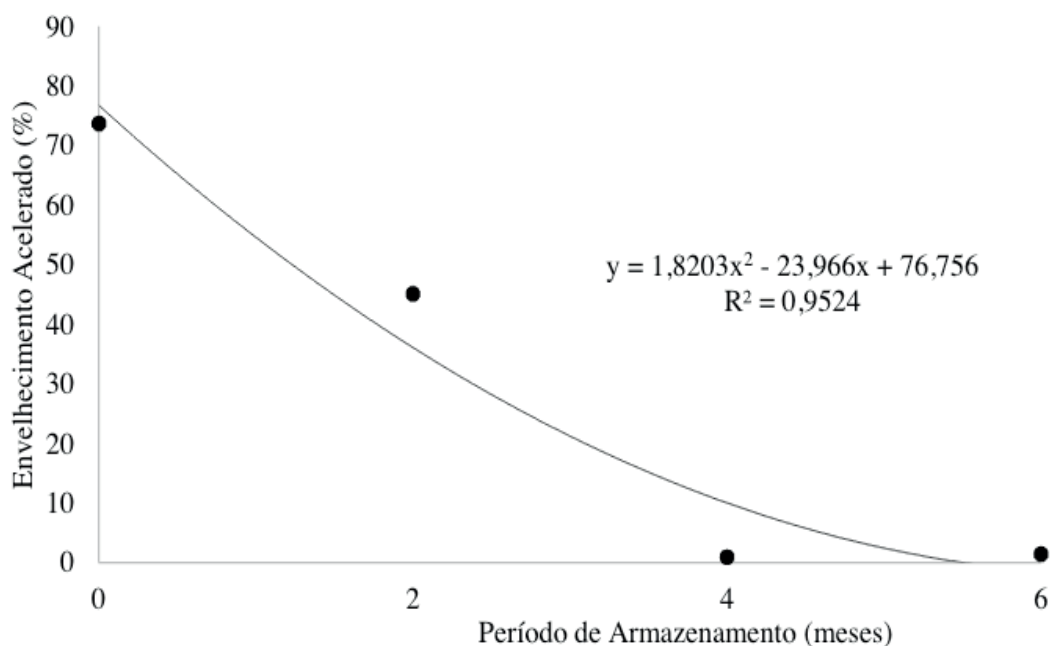


Figura 7: Teste de envelhecimento acelerado de sementes de soja, em função do período de armazenamento. Toledo, 2017.

No teste de envelhecimento acelerado foi possível detectar diferenças apenas durante o período de armazenamento, sendo que, o envelhecimento artificial na temperatura de 42°C por 48 horas proporcionou uma redução significativa, com base na regressão, chegando a valores próximos de zero na porcentagem de plântulas normais a partir já do quarto mês de armazenamento.

Segundo Otoni et al. (2008), o teste de envelhecimento acelerado é capaz de detectar variações de qualidade fisiológica das sementes com uma sensibilidade maior do que os demais testes. Isso ocorre devido ao fato de que, as sementes aumentam a taxa de deterioração consideravelmente através de sua exposição a níveis adversos de temperatura e umidade relativa, com isso, sementes de menor vigor deterioram-se mais rapidamente do que as vigorosas, refletindo em menor germinação após o envelhecimento acelerado (Marcos Filho, 1999).

Segundo Cunha et al. (2009), a deterioração das sementes pode aumentar com o prolongamento do período de armazenamento, resultado esse que pode claramente ser observado no presente trabalho ao longo do período de armazenamento estudado.

É importante considerar que os testes realizados avaliaram diferentes aspectos do comportamento fisiológico e bioquímico das sementes, ou seja, sua capacidade de reação quando expostas a diferentes situações.

A atividade da peroxidase de sementes de soja é importante de ser verificada, pois, em condições de estresses, as sementes tendem a aumentar a atividade da peroxidase sendo assim, um indicador bioquímico de estresse resultante tanto de fatores bióticos como abióticos (Lima et al, 1999). Entretanto, no presente trabalho, a peroxidase não apresentou nenhuma diferença significativa para os tratamentos

analisados, fato que pode estar relacionado ao local de produção das sementes, Abelardo Luz - SC, o qual é considerado a capital nacional da produção de sementes de soja, por apresentar condições ideais de clima e solo.

4 | CONCLUSÕES

O tamanho das sementes influencia a sua qualidade fisiológica durante o período em que essas ficam armazenadas. As sementes maiores (6,5mm) apresentam melhor qualidade fisiológica durante o armazenamento. E o vigor das sementes decresceu conforme o período em que permaneceram armazenadas.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. R. de; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.de; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. **Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento**. Engenharia na Agricultura, v.16, p.155-166, 2008.

BAUTED, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: ciência e tecnologia**. EDUFPEL, Pelotas. 2003. 545p.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. et al. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BORÉM, A. Biotecnologia e sementes. In: ZAMBOLIM L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. UFV, Viçosa, Brasil, 2005. 502p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p. http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 20 fev. 2017

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, 2012. 590p.

CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. **Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento**. Ciência Rural, v.39, p.1420-1425, 2009.

EMBRAPA. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade – Séries sementes**: relatório do ano de 2007. Londrina: Embrapa soja, 2008. 2-11 p. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/cirtec/cirtec40>. Acesso em: 18 fev. 2017

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. **Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas**. Tecnologia de Sementes e Fibras, Bragantina, Campinas, v. 69, n.1, p. 207-214, 2010.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotencologia (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; RUFINO, R.R. **Soja: a Produção de Sementes no Brasil**, v. 13, n. 1, p.59-68, 2012.

LABBÉ, L.M.B.; VILLELA, F.A. Armazenamento de Sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**, 3.ed. rev. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012. 573p.

LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. **Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (Phaseolus vulgaris L.) cultivado sob estresse salino**. Scientia Agricola, v.56, p.21-25, 1999.

LUSSO, M.F.G.; PASCHOLATI, S.F. **Achtyvty and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maise tissues after mechanical injury or fungal inoculation**. Summa Phytopathological, v. 25, p. 244-249, 1999.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NOGUEIRA, A. P. O; SEDIYAMA, T. **Fatores que Afetam a Viabilidade da Semente**. In: In: SEDIYAMA, T. Tecnologias de Produção de Sementes de Soja, Londrina, PR: Mecenass, 2013. 352p.

OTONI, R.R.; MCDONALD, M.B.; TAY, D. **The use of X-Rays for seed vigor classification of cotton seeds**. Seed Technology, 2008.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; NETO, J. B. F. **Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja**. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 3, Londrina, 2010.

PAIVA, B.M. de; ALVES, R.M.; HELENO, N.M. **Aspecto socioeconômico da soja**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.27, n.230, p.7-14, 2006.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. **Viabilidade do Armazenamento de Sementes em Diferentes Embalagens para Pequenas Propriedades Rurais**. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010. http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/5_artigo_v8.pdf. Acesso em: 18 mar. 2017

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. **Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n. 4, p.446-453, 2014.

SOARES, M.M., OLIVEIRA, G.L., SORIANO, P.E., SEKITA, M.C., SEDIYAMA, T. 2013. **Performance of soybean plants as function of seed size: II. Nutritional stress**. Journal of Seed Science 35: 419-427.

IEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 3.1-3.21.

MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Senegalia polyphylla* (DC.) BRITTON & ROSE

Patrícia Gibbert

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Marechal Cândido Rondon – PR.

Kelly Thais Canello

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Marechal Cândido Rondon – PR.

Marlene de Matos Malavasi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Marechal Cândido Rondon – PR.

Ubirajara Contro Malavasi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Marechal Cândido Rondon – PR.

RESUMO: A escassez de trabalhos realizados com espécies nativas, incluindo *Senegalia polyphylla*, impossibilita saber o momento de ideal maturidade e vigor das sementes dessa espécie. Desta forma, o objetivo do trabalho foi determinar, com base na coloração da vagem, se a maturidade fisiológica das sementes de *S. polyphylla* é alcançada no mesmo estágio de maturação do fruto e, se a coloração da vagem pode ser utilizada para indicar o momento da colheita. As sementes foram coletadas em três municípios do Oeste do Paraná baseadas em cinco colorações visuais de vagens. As sementes foram avaliadas quanto a comprimento, largura, espessura, peso de mil sementes, grau de umidade e massa seca. Foi realizado o teste de germinação, emergência e a mensuração

da atividade respiratória das sementes. De acordo com os resultados obtidos a maturidade fisiológica das sementes de *S. polyphylla*, representada pela máxima germinação, vigor e massa de matéria seca, é alcançada na terceira fase de maturação do fruto (mais de 50% marrom). Foi possível concluir que a coloração da vagem pode ser utilizada como indicativo de maturação, sendo recomendado colhê-las quando apresentarem coloração a partir de mais de 50% marrom.

PALAVRAS-CHAVE: unha de gato; vigor; momento de colheita.

PHYSIOLOGICAL MATURATION OF SEEDS OF *Senegalia polyphylla* (DC.) BRITTON & ROSE

ABSTRACT: The shortage of work with native species, including *Senegalia polyphylla*, makes it impossible to know the moment of ideal maturity and vigor of the seeds of this species. Thus, the objective of the study was to determine, based on pod color, whether the physiological maturity of *S. polyphylla* seeds is reached at the same maturation stage of the fruit and, whether the color of the pod can be used to indicate the time of harvest. The seeds were collected in three municipalities of the West of Paraná, based on five of pods colorations. The seeds were evaluated for length, width, thickness, weight of

one thousand seeds, degree of humidity and dry mass. Was performed the germination test, emergence and measurement of the respiratory activity of the seeds. According to the results, the physiological maturity of *S. polyphylla* seeds, represented by maximum germination, vigor and mass of dry matter, is reached in the third stage of maturation (more than 50% brown). It was possible to conclude that the color of the pod can be used as indicative of maturation, and it is recommended to harvest them when they are staining from more than 50% brown.

KEYWORDS: cat nail; vigor; harvest time.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se intensificado o interesse na propagação de espécies nativas, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, para a maioria das espécies nativas do Brasil, são escassas as informações disponíveis na literatura sobre as características dos frutos e das sementes, bem como, do desenvolvimento pós-seminal e testes germinativos (Araújo-Neto et al., 2002). Principalmente quando se trata de sementes florestais, como *Senegalia polyphylla*, da qual informações são ainda mais escassas.

Senegalia polyphylla (DC) Britton & Rose (antiga *Acacia polyphylla*) (INCT, 2014) pertencente à família Fabaceae, é conhecida popularmente como unha de gato devido a presença de espinhos que revestem o caule. A planta ocorrente da região amazônica até o Paraná, é classificada como espécie pioneira indicada para projetos de recuperação de áreas degradadas, para manutenção, criação de abelhas nativas, fins marceneiros, paisagísticos, quando em flor e arborização urbana (Carvalho, 2003), além de possuir potencial medicinal (Carvalho, 2008).

O estudo de maturação de sementes tem grande importância, pois é a forma de se conhecer o comportamento das espécies no tocante à sua produção, o que possibilita prever e estabelecer a época adequada de colheita. É importante salientar que o sucesso na determinação da época de colheita de sementes depende da determinação de indicativos práticos e seguros, como mudanças na coloração, tamanho e peso dos frutos, presença de predadores e/ou dispersores e deiscência ou queda de frutos (Gemaque et al., 2002).

Levando em conta que nem sempre se está atento ao florescimento das plantas, é difícil verificar a maturação através de dias após a antese, desta forma, a utilização da cor do fruto tem apresentado vantagens devido a sua facilidade de sua identificação a campo; na economia, uma vez que após confirmada sua correlação com a maturidade da semente, dispensa análises laboratoriais prévias à colheita e, ainda por sua ampla aplicabilidade, uma vez que os frutos da maioria das espécies florestais modificam sua coloração à medida que amadurecem (Kaiser, 2016)

Assim sendo, o objetivo do presente trabalho é determinar se a maturidade fisiológica as sementes de *Senegalia polyphylla* é alcançada no mesmo estágio de

maturação do fruto, em diferentes locais de coleta, e se a coloração da vagem pode ser utilizada para indicar o momento da colheita.

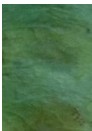
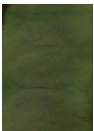
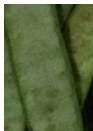


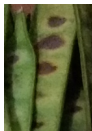
2 | MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram coletadas em três municípios do estado do Paraná sendo eles, Dois Irmãos, Marechal *Cândido Rondon* e *Santa Helena*. Foram coletadas cinco colorações visuais de vagens classificadas como, verde, menos de 50% marrom, mais de 50% marrom, amarelas e 100% marrom.

Após a classificação visual, a coloração das vagens e frutos foram descritas com base no “Munsell color charts for plant tissues” (Munsell, 1976) (Tabelas 1 e 2). As sementes também foram medidas quanto a comprimento, largura e espessura, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes. Realizou-se o peso de mil sementes. Inicialmente e no momento de instalação de cada teste, determinou-se o teor de água (Brasil, 2009). Foi quantificada também a massa seca de sementes (mg por sementes).

O teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de 25 sementes para cada local de coleta e coloração de vagem. As sementes foram mantidas em caixas plásticas tipo gerbox, entre substrato vermiculita. As caixas plásticas foram mantidas abertas para possibilitar o desenvolvimento das mudas. A vermiculita foi umedecida até sua saturação e sempre que necessário. As caixas plásticas permaneceram em câmara tipo BOD a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas (Brasil, 2013).

A germinação foi avaliada diariamente, considerando-se germinada a semente que obteve desenvolvimento de plântula normal, ou seja, presença de epicótilo, hipocótilo e desenvolvimento de folíolos. Contabilizou-se a germinação diariamente de modo a obter o índice de velocidade de germinação, conforme equação proposta por Maguire (1962) e do tempo médio de germinação, pela equação proposta por Laboriau (1983). Realizou-se ainda a primeira e última contagem, aos 7 e 14 dias, conforme proposto por Brasil (2013). Após realizar a última contagem, mensurou-se o comprimento da parte aérea e radícula separadamente e determinou-se a massa seca.

| Estádio de maturação dos frutos | Coloração do epicarpo | | | Carta de Munsell | | |
|---------------------------------|---|---|--|------------------|------------|-------------|
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| Verde |  |  |  | 7,5 GY 6/6 | 7,5 GY 6/8 | 7,5 GY 7/10 |
| - 50% marrom |  |  |  | 2,5 GY 7/10 | 7,5 GY 5/8 | 5 GY 6/8 |

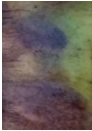

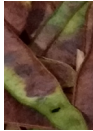
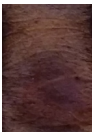


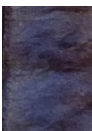


| | | | | | | |
|--------------|---|---|--|------------|--------------|--------------|
| + 50% marrom |  |  |  | 5GY 4/6 | 7,5 GY 5/8 | 7,5 GY 5/5 |
| Amarelo |  |  |  | 7,5 YR 5/8 | 5 YR 5/10 | 7,5 YR 5/6 |
| Marrom |  |  |  | 5 YR 4/2 | 7,5 YR 2,5/1 | 7,5 YR 2,5/1 |

Tabela 1. Coloração de vagens de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação, coletadas em Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3), PR.








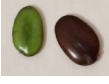
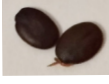
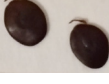
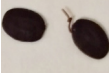
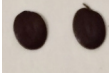



| Estádio de maturação dos frutos | Coloração do epicarpo | | | Carta de Munsell | | |
|---------------------------------|---|---|---|------------------|--------------|--------------|
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| Verde |  |  |  | 7,5 GY 5/8 | 7,5 GY 6/10 | 7,5 GY 4/6 |
| - 50% marrom |  |  |  | 5 GY 4/6 | 5 GY 5/10 | 7,5 GY 5/8 |
| + 50% marrom |  |  |  | 5 YR 3/4 | 5 YR 3/2 | 5 YR 3/2 |
| Amarelo |  |  |  | 5 YR 3/4 | 5 YR 3/2 | 5 YR 3/2 |
| Marrom |  |  |  | 7,5 YR 2,5/1 | 7,5 YR 2,5/1 | 7,5 YR 2,5/1 |

Tabela 2. Coloração de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação, coletadas em Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3), PR.

A fim de avaliar a qualidade de mudas foi aplicado o teste de emergência, utilizando quatro repetições de 25 sementes para cada coloração de vagem e cada local de coleta, as quais foram semeadas em bandejas plásticas com substrato comercial. As bandejas permaneceram em estufa e foram regadas conforme necessidade. A avaliação da emergência foi realizada diariamente até a estabilização, avaliando-se a porcentagem de emergência e velocidade média de emergência. Após a estabilização realizou-se as avaliações de medição da parte aérea e radicular e massa seca da parte aérea e radicular separadamente.

A atividade respiratória foi quantificada através da medição da concentração de CO₂ liberado durante a respiração, com auxílio de um analisador de trocas gasosas – IRGA (LI-COR 6400), segundo metodologia proposta por Dranski et al. (2013). Quatro repetições de 25 sementes de cada local de coleta e de cada coloração de vagem foram pesadas e acondicionadas em frascos de vidro de penicilina com volume de 60

ml, por 24 horas em BOD a 25 °C. Em seguida, os frascos foram devidamente lacrados com septo de borracha e acomodadas em BOD a 25 °C por 1 hora. A concentração de CO₂ foi expressa em mmol de CO₂ g⁻¹ h⁻¹ de sementes.

A análise de dados foi calculada separadamente, para cada teste, bem como cada local de coleta. Seguiu-se o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) para todos os testes exceto a mensuração da atividade respiratória que seguiu delineamento em blocos casualizados (4 blocos 5 tratamentos). Realizou-se a análise de normalidade e as médias dos tratamentos foram computadas pelo teste de Tukey (P<0,05).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível caracterizar cinco estádios de maturação de frutos e sementes, a partir da Carta de cores de Munsell para tecidos vegetais. A coloração pode ser considerada um bom índice para indicar a época ideal de colheita das sementes, pois visualmente é possível identificar a maturidade destas em campo, antes da colheita, porém não se descarta a necessidade de análises em laboratório para conferência dos demais parâmetros (Muller et al., 2016). Para Lopes et al. (2014), trabalhando com sementes de *Amburana cearensis*, a coloração dos frutos também tem sido um bom indicador de maturidade, conforme no presente trabalho (Tabela 1).

Para o comprimento, na M1 o maior valor foi na fase 4 (0,88 cm), para a M2 na fase 3 (0,85 cm) e para M3 nas fases 2 e 3 (0,80 e 0,81 cm). Já para a variável largura, na M1 a fase 1 obteve maior valor (0,75 cm), na M2 as fases 1, 3 e 5 obtiveram os maiores valores (0,60 cm para as três fases) e na M3 a fase 3 obteve maior valor (0,70 cm). Para a espessura, a M1 obteve maior valor na fase 3 (1,89 mm) e as M1 e M2 obtiveram maior valor na fase 2 (1,75 e 2,19 mm), todos os valores diferindo estatisticamente das demais fases, em todas as variáveis analisadas (Tabela 3).

| Fase de maturação | Comprimento (cm) | | | Largura (cm) | | | Espessura (mm) | | |
|-------------------|------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| Fase 1 | 0,85 b | 0,73 d | 0,75 b | 0,75 a | 0,60 a | 0,55 b | 1,30 c | 1,43 c | 1,65 c |
| Fase 2 | 0,75 d | 0,75 c | 0,80 a | 0,60 c | 0,55 b | 0,51 c | 1,68 b | 1,75 a | 2,19 a |
| Fase 3 | 0,80 c | 0,85 a | 0,81 a | 0,63 b | 0,60 a | 0,70 a | 1,89 a | 1,51 b | 1,84 b |
| Fase 4 | 0,88 a | 0,75 c | 0,70 c | 0,61 c | 0,50 c | 0,57 b | 0,98 e | 1,30 d | 1,44 d |
| Fase 5 | 0,85 b | 0,80 b | 0,65 d | 0,60 c | 0,60 a | 0,50 c | 1,13 d | 1,23 e | 1,25 e |
| CV (%) | 1,21 | 0,84 | 1,50 | 1,03 | 1,46 | 1,92 | 0,54 | 1,15 | 0,81 |

Tabela 3. Comprimento, largura e espessura média de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Marcos Filho (2015), com a intensificação da transferência de reservas

da planta para as sementes, há aumento progressivo do tamanho, quanto à espessura, de modo que o máximo é alcançado aproximadamente na metade do período de acúmulo da matéria seca, em seguida, há redução do tamanho, que varia para cada espécie e de acordo com o grau da desidratação final. O mesmo fato é perceptível entre matrizes/locais de coleta, que tendem a apresentar respostas diferentes a determinados fatores.

Também, segundo Kaiser (2016), o tamanho das sementes é uma característica plástica, podendo alterar-se dentro de populações, plantas individuais, inflorescências e até mesmo dentro de frutos, por condições ambientais na maturação, fatores genéticos, taxa de polinização, disponibilidade de nutrientes, *água*, luz e posição do fruto na planta. É possível visualizar tanto as características de tamanho quanto coloração, que podem diferir em uma mesma planta e até mesmo em uma mesma vagem, tendo em vista que no presente trabalho observou-se diferença de coloração de sementes, dentro de uma mesma vagem, e neste caso, como a proporção era muito pequena, optou-se pela coloração que estava em maior quantidade, descartando-se o restante.

Silva (2015), trabalhando com sementes de *Acacia mangium*, observou que as variáveis físicas de dimensões das sementes não foram eficazes para identificação do ponto de maturidade fisiológica, uma vez que elas variaram pouco ao longo do processo de maturação, o que pode ser associado ao presente trabalho, onde houve diferença entre as medidas, embora pouco expressiva, já a espessura, apresentou diferença mais expressiva (Tabela 4).

O peso de mil sementes para a M1 foi maior na fase 3 (89 g), para as matrizes 2 e 3 o maior valor foi na fase 2 (78,9 e 91,3 g). O teor de *água* das sementes diminuiu à medida que houve maturação das sementes, sendo que inicialmente a semente possuía 64% de teor de água, diminuindo até 13,7% na M1, para as demais matrizes a diminuição foi menor. A massa de matéria seca de sementes obteve maior valor na fase 3 para a M1 (0,053 mg), para a M2 foi maior nas fases 2, 4 e 5 (0,036 mg) e na M3 foi maior nas fases 2 e 4 (0,041 e 0,039 mg) (Tabela 4).

Segundo Lopes, et al. (2014), o teor de água das sementes não é um bom indicativo da maturidade fisiológica, visto que pode variar em função do genótipo e das condições ambientais. Como foi observado no presente trabalho, as sementes de diferentes matrizes, mesmo coletadas em um mesmo tempo e condições climáticas, apresentaram teor de água diferentes, bem como redução do teor de água em função da maturação, diferentes (Tabela 4).

Silva (2015) percebeu que houve ampla variação no teor de água (61,6 – 6,9%) de sementes de *Acacia mangium*, e, a mesma percebeu que o elevado conteúdo de água das sementes contribuiu para a translocação de nutrientes e consequentemente o acúmulo de massa seca que aumentou de forma continua a partir da primeira fase avaliada. A autora complementa que, a redução do teor de água no final da maturação das sementes induz mecanismos de defesa, como a produção de proteínas tolerantes a dessecação, fator relevante para aumentar a longevidade das sementes.

| Fase de maturação | Peso de mil (g) | | | Teor de água (%) | | | Massa de matéria seca mg/ semente | | |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|---------|---------|
| | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| Fase 1 | 47,4 c | 63,8 c | 72,9 b | 64,1 a | 55,7 a | 59,1 a | 0,017 c | 0,028 c | 0,029 d |
| Fase 2 | 76,7 b | 78,9 a | 91,3 a | 57,2 b | 53,3 b | 55,1 b | 0,034 b | 0,036 a | 0,041 a |
| Fase 3 | 89 a | 68,5 b | 69,3 c | 39,6 c | 52,5 b | 53,3 c | 0,053 a | 0,032 b | 0,033 c |
| Fase 4 | 42,4 d | 49 e | 55,1 d | 17,7 d | 25,1 d | 28,5 d | 0,035 b | 0,036 a | 0,039 a |
| Fase 5 | 32,7 e | 49,4 d | 50,3 e | 13,7 e | 27,1 c | 25,7 e | 0,028 bc | 0,036 a | 0,037 b |
| CV (%) | 0,42 | 0,01 | 0,01 | 0,37 | 1,12 | 1,22 | 17,89 | 2,53 | 2,27 |

Tabela 4. Peso de mil sementes, teor de água e massa de matéria seca de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Marcos Filho (2015), no início do desenvolvimento das sementes, o acúmulo de matéria seca é lento, após a etapa de expansão celular, o acúmulo é intensificado até atingir o máximo, momento este em que a semente se desliga da planta-mãe. Em seguida, ocorre a desidratação da semente.

A primeira contagem de sementes na M1 foi maior nas fases 3 e 5 (11 e 13%), já na M2 foi maior na fase 4 (20%) e na M3 foi maior na fase 5 (19%). A germinação na M1 não diferiu entre as fases 2, 3, 4 e 5 já na M2 foi maior nas fases 3, 4 e 5 na M3 foi maior nas fases 2, 3, 4 e 5. Em consequência, a porcentagem de plântulas anormais na M1 foi maior na fase 1 (58%), na M2 foi maior nas fases 1 e 2 (42 e 38%) e na M3 foi maior na fase 1 (49%) (Tabela 5).

A velocidade de germinação foi maior com o avanço do estágio de maturação e teve a mesma tendência que a porcentagem de germinação, e consequentemente as fases que mais germinaram foram as com maior velocidade, diferindo estatisticamente das fases iniciais de maturação. Já o tempo médio de germinação, para as matrizes 1 e 2 não houve diferença significativa entre as fases e para a M3, o menor tempo foi na fase 5 (7,72).

Pode-se observar que, a fase de máximo poder germinativo (Tabela 5) foi similar à de máximo acúmulo de massa de matéria seca (Tabela 4), comportamento semelhante ao encontrado por Lopes, et al. (2014) com sementes de *Amburana cearensis*, já, Silva (2015) com sementes de *Acacia mangium* não observou o mesmo comportamento, tendo em vista que o máximo acúmulo de massa seca não coincidiu com a máxima capacidade germinativa.

| Matriz | Fase de maturação | PC (%) | %G | PAN (%) | IVG | TMG (dias) |
|--------|-------------------|--------|--------|---------|--------|------------|
| 1 | F1 | 0 b | 31 b | 58 a | 0,78c | 10,42 a |
| | F2 | 1b | 65 a | 26 b | 1,52bc | 11,12 a |
| | F3 | 11 a | 90 a | 10 c | 2,59a | 9,72 a |
| | F4 | 1,75b | 77 a | 23 b | 1,93ab | 10,52 a |
| | F5 | 13 a | 78 a | 22 bc | 2,36ab | 9,17 a |
| | CV% | 29,26 | 19,17 | 20,93 | 26,19 | 11,81 |
| 2 | F1 | 4d | 58 bc | 42 a | 1,42c | 10,82 a |
| | F2 | 8cd | 57 c | 38 a | 1,59bc | 9,82 ab |
| | F3 | 13b | 74 abc | 23 b | 3,35ab | 8,85 ab |
| | F4 | 20 a | 89 a | 11 b | 2,94a | 8,15 b |
| | F5 | 10bc | 79 ab | 21 b | 2,36ab | 9,07 ab |
| | CV% | 16,93 | 13,74 | 21,89 | 17,87 | 10,13 |
| 3 | F1 | 1d | 50 b | 49 a | 0,98c | 12,87 a |
| | F2 | 4c | 75 ab | 25 b | 2ab | 10,02 b |
| | F3 | 0d | 65ab | 23 b | 1,72bc | 11,82 a |
| | F4 | 8b | 85a | 15 b | 2,30ab | 9,85 b |
| | F5 | 19 a | 78a | 22 b | 2,73 a | 7,72 c |
| | CV% | 15,10 | 17,45 | 26,28 | 21,66 | 5,54 |

Tabela 5. Primeira contagem (PC), porcentagem de germinação (%G), plântula anormal (PAN), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Popinigis (1985), o ponto de máximo peso de matéria seca, coincide com aquele em que a semente atinge o máximo vigor e poder germinativo. Neste ponto, a semente é capaz de desempenhar, com eficiência plena, todas as funções fisiológicas que lhe são inerentes. A partir daí o poder germinativo tende a decrescer devido aos processos de deterioração. Também, algumas sementes adquirem poder germinativo poucos dias após a fertilização, e a proporção destas aumenta gradativamente, até atingir ponto máximo, conjuntamente ao máximo de massa seca.

Na M3, houve coerência entre a máxima velocidade de germinação e comprimento de plântulas, variáveis estas que foram maiores na fase 4 e 5, corroborando com Kaiser (2016) que trabalhou com sementes de *Allophylus edulis* e Lima et al. (2012) com sementes de *Poincianella pyramidalis*. Kaiser (2016) sugere que a maior velocidade de germinação nas sementes de *A. edulis* no estágio que atingiu maiores valores pode ter favorecido o rápido estabelecimento das plântulas, promovendo assim maiores taxas de crescimento, com relação aos demais estádios.

Para a M1 as medidas da parte aérea e radicular não tiveram diferença significativa entre as fases. Para a M2 a medida da parte aérea também não apresentou diferença significativa, já a parte radicular teve maiores medidas nas fases 3 e 5 (5,81 e 7,54 cm). Para a M3 tanto a parte aérea como radicular teve maior medida na fase 5 (7,01

e 4,69 cm). Massa de matéria seca aérea, por sua vez, na M1 foi maior nas fases 1 e 4 (0,18 mg para as fases), já na M2 foi na fase 4 (0,17 mg) e na M3 na fase 1 (0,10 mg). Para a parte radicular, na M1 foi maior para fase 1 (0,38 mg), para M2 na fase 4 (0,36 mg) e na M3 nas fases 1 e 3 (0,19 e 0,15 mg) (Tabela 6).

| Matriz | Estádio de maturação | MPA (cm) | MPR (cm) | MSA (mg) | MSR (mg) |
|--------|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Fase 1 | 5,52 a | 4,04 a | 0,18 a | 0,38 a |
| | Fase 2 | 6,27 a | 4,30 a | 0,07 b | 0,15 c |
| | Fase 3 | 5,94 a | 4,29 a | 0,05 b | 0,05 d |
| | Fase 4 | 6,37 a | 5,40 a | 0,18 a | 0,25 b |
| | Fase 5 | 6,28 a | 6,18 a | 0,04 b | 0,04 d |
| | CV (%) | 12,45 | 21,05 | 19,86 | 9,56 |
| 2 | Fase 1 | 5,95 a | 5,51 b | 0,08 b | 0,11 b |
| | Fase 2 | 5,68 a | 5,22 b | 0,07 b | 0,12 b |
| | Fase 3 | 6,10 a | 5,81 ab | 0,05 b | 0,06 b |
| | Fase 4 | 6,66 a | 5,47 b | 0,17 a | 0,36 a |
| | Fase 5 | 5,91 a | 7,54 a | 0,04 b | 0,04 b |
| | CV (%) | 7,93 | 13,63 | 21,89 | 25,73 |
| 3 | Fase 1 | 4,03 c | 2,52 b | 0,10 a | 0,19 a |
| | Fase 2 | 5,82 b | 4,29 | 0,05 bc | 0,08 c |
| | Fase 3 | 4,72 c | 2,23 b | 0,07 ab | 0,15 ab |
| | Fase 4 | 4,62 c | 2,12 b | 0,04 c | 0,11 bc |
| | Fase 5 | 7,01 a | 4,69 a | 0,045bc | 0,07 c |
| | CV (%) | 9,12 | 15,75 | 21,59 | 23,62 |

Tabela 6. Medida da parte aérea (MPA), medida da parte radicular (MPR), massa de matéria seca da parte aérea (MSA) e massa de matéria seca da parte radicular (MSR) de plântulas germinadas de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quanto ao teste de emergência, observou-se que *não* houve diferença significativa entre as fases, para M1 e M2, já na M3 foi maior nas fases 2, 4 e 5 (60, 55 e 77%). Para a porcentagem de plântulas anormais, na M1 a fase 1 apresentou maior porcentagem (13%), na M2 as fases 2 e 4 (6 e 7%) e na M3 as fases iniciais 1, 2 e 3 representadas pelos valores 5, 6 e 6%, foram maiores. Para o índice de velocidade de emergência, não houve diferença significativa nas matrizes 1 e 2 e na M3 foi maior na fase 5 (2,14). O tempo médio de emergência também não diferiu estatisticamente entre as fases, na M1 e M2. Para a M3 os maiores valores foram observados fases 1, 2, 4 e 5 (Tabela 7).

| Matriz | Estádio de maturação | %E | PAN (%) | IVE | TME (dias) |
|--------|----------------------|------|---------|--------|------------|
| 1 | F1 | 63 a | 13 a | 1,23 a | 1,3 a |
| | F2 | 72 a | 10 b | 1,69 a | 1,17 a |
| | F3 | 81 a | 3 d | 1,69 a | 1,02 a |

| | | | | | |
|---|-----|-------|-------|--------|---------|
| | F4 | 76 a | 6 c | 1,82 a | 1,10 a |
| | F5 | 73 a | 3 d | 1,68 a | 1,12 a |
| | CV% | 21,93 | 16,50 | 26,64 | 20,70 |
| 2 | F1 | 81 a | 3 c | 1,73 a | 1 a |
| | F2 | 73 a | 6 ab | 1,57 a | 1,15 a |
| | F3 | 70 a | 4 bc | 1,67 a | 1,17 a |
| | F4 | 74 a | 7 a | 1,7 a | 1,10 a |
| | F5 | 81 a | 2 c | 1,92 a | 1,02 a |
| | CV% | 15,67 | 23,47 | 19,67 | 15,80 |
| 3 | F1 | 51b | 5 a | 0,97 b | 1,62 ab |
| | F2 | 60 ab | 6 a | 1,40 b | 1,37 ab |
| | F3 | 47 b | 6 a | 1,22 b | 1,75 a |
| | F4 | 55 ab | 1 b | 1,46 b | 1,47 ab |
| | F5 | 77 a | 2 b | 2,14 a | 1,07 b |
| | CV% | 18,76 | 22,36 | 21,38 | 19,53 |

Tabela 7. Primeira contagem (PC), porcentagem de emergência (%E), plântula anormal (PAN), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Comparando-se os dados de germinação e emergência (Tabelas 5 e 7) observa-se que a emergência apresentou valores mais uniformes em todas as fases, se comparados a germinação, porém o teste de germinação apresentou porcentagens maiores e conseguiu distinguir as fases mais e menos maduras. De modo geral, a germinação teve maior velocidade, se comparada a emergência, porém, o tempo de emergência foi menor.

Para determinar a qualidade fisiológica das sementes, o teste de germinação realizado em laboratório sob condições controladas de temperatura, substrato e luz é o *mais* utilizado, possibilitando que as sementes expressem seu máximo poder germinativo, sem interferências indesejáveis, *já o teste de emergência* depende de vários fatores, que podem interferir nos resultados (Santana et al., 2010).

Tratando-se da medida de parte aérea de plântulas do teste de emergência, apenas a M3 apresentou diferença entre as fases, sendo a 3, 4 e 5 as maiores (3,15, 3,53 e 4,11 cm). Para a parte radicular, na M1 e M3 as fases com maiores medidas foram a 2, 3, 4 e 5 na M2 foram apenas as fases 3, 4 e 5. Para a massa de matéria seca, na M1 as fases 1 e 2 foram maiores (0,11 e 0,08 mg), na M2 as fases 2, 3 e 4 foram maiores (0,05, 0,06 e 0,05 mg) e na M3 a fase 1 foi maior (0,12 mg). Para a massa de matéria seca radicular o padrão é igual para as matrizes 1 e 3, na M2 as fases 2 e 3 foram maiores (Tabela 8).

| Matriz | Estádio de maturação | MPA (cm) | MPR (cm) | MSA (mg) | MSR (mg) |
|--------|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Fase 1 | 3,68 a | 6,16 b | 0,11 a | 0,21 a |
| | Fase 2 | 3,42 a | 9,73 ab | 0,08 ab | 0,23 a |
| | Fase 3 | 4,40 a | 8,76 ab | 0,04 c | 0,05 b |
| | Fase 4 | 4,09 a | 10,19 ab | 0,05 c | 0,05 b |
| | Fase 5 | 4,14 a | 10,59 a | 0,05 bc | 0,05 b |
| | CV (%) | 12,56 | 21,68 | 19,5 | 23,25 |
| 2 | Fase 1 | 3,62 a | 6,64 b | 0,031 c | 0,03 c |
| | Fase 2 | 3,32 a | 6,42 b | 0,05 ab | 0,08 ab |
| | Fase 3 | 3,30 a | 8,58 ab | 0,06 a | 0,11 a |
| | Fase 4 | 3,61 a | 8,78 ab | 0,05 abc | 0,06 bc |
| | Fase 5 | 6,92 a | 9,87 a | 0,04 bc | 0,05 bc |
| | CV (%) | 14,93 | 17,61 | 20,13 | 25,04 |
| 3 | Fase 1 | 2,59 b | 4,64 b | 0,12 a | 0,25 a |
| | Fase 2 | 2,90 b | 8,35 a | 0,06 bc | 0,072 bc |
| | Fase 3 | 3,15 ab | 9 a | 0,82 b | 0,11 b |
| | Fase 4 | 3,53 ab | 7,25 ab | 0,06 bc | 0,10 bc |
| | Fase 5 | 4,11 a | 8,43 a | 0,04 c | 0,04 c |
| | CV (%) | 14,83 | 18,42 | 22,83 | 26,46 |

Tabela 8. Medida da parte aérea (MPA), medida da parte radicular (MPR), massa de matéria seca da parte aérea (MSA) e massa de matéria seca da parte radicular (MSR) de plântulas emergidas de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela, fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Tukey a 5% de probabilidade de erro.

À medida que se aumentou a maturação das sementes, houve aumento da atividade respiratória, sendo que para as três matrizes, os maiores valores foram encontrados nas fases 4 e 5 (Tabela 9). O teor de *água* influi diretamente sobre a velocidade respiratória, visto que durante a maturação há um período de rápido decréscimo no teor de *água*. Em consequência dessa desidratação, ocorre a inativação das macromoléculas e organelas, levando a semente ao estado quiescente (Popinigis, 1985). Consequentemente, ao aumentar o teor de *água* há aumento da atividade respiratória (Nogueira, et al., 2011).

| Estádio de maturação | M1 | M2 | M3 |
|----------------------|-----------|----------|-----------|
| Fase 1 | 10,5896 d | 6,0617 d | 7,0064 c |
| Fase 2 | 6,4384 c | 4,3686 c | 5,5060 bc |
| Fase 3 | 1,9157 b | 2,4649 b | 4,4596 b |
| Fase 4 | 0,8364 ab | 0,2502 a | 1,3526 a |
| Fase 5 | 0,0063 a | 0,0741 a | 0,4039 a |
| CV % | 14,09 | 10,65 | 18,11 |

Tabela 9. Mensuração da atividade respiratória de sementes de *Senegalia polyphylla* em diferentes estádios de maturação.

Fase 1: verde, fase 2: menos de 50% marrom, fase 3: mais de 50% marrom, fase 4: amarela,

fase 5: marrom. Dois Irmãos (M1), Marechal Cândido Rondon (M2) e Santa Helena (M3). Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste e Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Comparando-se germinação e emergência, os comprimentos da parte aérea de plântula e massa seca foram maiores na germinação, e da parte aérea foi maior na emergência. Segundo Marcos Filho (2015) a emergência de plântulas quando reduzida e/ou desuniforme, pode conduzir os atrasos no desenvolvimento. A temperatura é um dos principais fatores que afetam a emergência das plântulas, na porcentagem, velocidade e uniformidade.

O maior crescimento da parte radicular pode dever-se ao fato, de como o substrato não possui nutrientes, as raízes tenderiam a crescer e buscar nutrientes e água, e como a planta gasta mais energia com o crescimento radicular, há menor crescimento da parte aérea. Pode ter ocorrido a evaporação da água, o que também influencia no crescimento das raízes em busca da mesma, que pode ter faltado em algum período do teste.

4 | CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a coloração da vagem pode ser utilizada como indicativo de maturação, sendo recomendado colhê-las quando apresentarem coloração a partir de mais de 50% marrom.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. **Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.).** Revista Brasileira de Sementes, v. 24, n. 1, p. 203-211, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria no 62, de 10 de março de 2006 que regulamenta as Instruções para análise de sementes florestais.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2013. 97 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** 1. ed. Brasília: Embrapa, 2003. 1040 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** 3 ed. Brasília: Embrapa; 2008.

DRANSKI, J.A.L.; JÚNIOR, A.S.P.; HERZOG, N.F.M.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; GUIMARÃES, V.F. **Vigor of canola seeds through quantification of CO₂ emission,** Ciência Agrotécnica, v. 37, n. 3, p. 229-236, 2013.

GEMAUQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. **Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. Standl.).** Cerne, v. 8, n. 2, p. 084-091, 2002.

INCT: Herbário Virtual da Flora e dos Fungos). *Senegalia polyphylla*. 1939. [citado 2014 out. 01]. Disponível em: <http://www.splink.org.br/index>.

KAISER, D.K. **Maturidade fisiológica, tolerância à dessecação e longevidade de sementes de *Allophylus edulis* [(a. St.-hil., a. Juss. & Cambess.) Hieron. Ex niederl.]**. 2016. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2016.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LIMA, C.R.; BRUNO, R. L.A.; SILVA, K. R.G.; PACHECO, M.V.; ALVEZ, E.U.; ANDRADE, A.P. **Physiological maturity of fruits and seeds of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz**. Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 2, p. 231-240, 2012.

LOPES, I.S.; NÓBREGA, A.M.F.; MATOS, V.P. **Maturação e colheita da semente de *Amburana cearenses* (Allem.) A. C. Smith**. Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 565-572, 2014.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 660p.

MULLER, E.M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D.K.; BORTOLINI, M.F. **Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes**. Iheringia, v. 71, n. 3, p. 222-229, 2016.

MUNSELL, A.H. **Munsell book of color**. Baltimore: Macbeth Vivision of Kollmorgen, 1976. 23 p.

NOGUEIRA, B.L.; CORRÊA, P.C.; CAMPOS, S. C.; OLIVEIRA, G.H.H.; BAPTESTINI, F.M. **Influência do teor de água e do estágio de maturação na taxa respiratória do café**. VII Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil. 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, 1985. 299p.

SANTANA, D.G.; ANASTÁCIO, M.R.; LIMA, J.A.; MATTOS, M.B. **Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica ao uso de correlação**. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 3, p. 134-140, 2010.

SILVA, M.D. **Maturação de frutos e sementes de *Acacia mangium* Willd.** 2015. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.

TÉCNICAS DE UNIFORMIZAÇÃO DE GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES NA QUALIDADE DE PLÂNTULAS DE SOJA BRS

Oscar José Smiderle

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA

Boa Vista - Roraima

Aline das Graças Souza

Instituto Federal de Roraima – IFRR

Amajari - Roraima

Renata Diane Menegatti

Universidade Federal de Pelotas- UFPel

Pelotas-RS

Hananda Hellen da Silva Gomes

Universidade Federal de Roraima - UFRR

Boa Vista - Roraima

Vicente Gianluppi

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA

Boa Vista - Roraima

Daniel Gianluppi

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA

Boa Vista - Roraima

utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial (2x4), dois tamanhos de sementes (grandes e pequenas) três níveis de umidade de água. No segundo experimento o DIC no esquema fatorial (2x4), dois tamanhos de sementes e quatro misturas de substratos (areia média; casca de arroz carbonizada; 50% de areia média + 50% casca de arroz carbonizada (1:1) e 75% de areia média +25% de casca de arroz carbonizada (3:1). Para o terceiro experimento, o DIC no esquema fatorial (2x4), dois substratos areia com granulometria fina e média e quatro níveis de umidade de água. Sementes grandes e umedecidas a 2,5 vezes o peso do papel são indicados para obter melhor uniformidade na germinação permitindo estabelecer plântulas mais vigorosas. O uso da mistura de substratos 3:1 é indicado para obter uniformidade na emergência de plântulas da soja 'BRS 7880'.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; emergência; uniformidade.

RESUMO: Objetivou-se aprimorar técnicas para determinar a germinação e o vigor de sementes na qualidade morfológicas de plântulas de soja. Foram realizados três experimentos independentes. No primeiro experimento no laboratório, as sementes de soja foram separadas em duas classes de massa (pequena e grande). O delineamento experimental

TECHNIQUES OF GERMINATION UNIFORMIZATION AND SEEDS VIGOR IN THE QUALITY OF BRS SOYBEAN

ABSTRACT: The objective was to improve techniques to determine germination, vigor in the morphological quality of soybean seedlings. Three independent experiments were

performed. In the first experiment in the laboratory, the soybean seeds were separated into two classes of mass (small and large). The experimental design was the completely randomized (DIC) in the factorial scheme (2x4), two seed sizes (large and small) three levels of water humidity. In the second experiment the DIC in the factorial scheme (2x4), two seed sizes and four mixtures of substrates (medium sand, carbonized rice husk, 50% medium sand + 50% charcoal rice husk (1:1) and 75% (2x), two sand substrates with fine and medium particle size and four moisture levels of water were used for the third experiment. The use of the 3:1 substrate mixture is indicated to obtain uniformity in seedling emergence of 'BRS 7880' soybean.

KEYWORDS: *Glycine max*, emergence, uniformity.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo mundial de soja (*Glycine max* L.) é crescente, uma vez que a população humana continua aumentando de forma exponencial (SMIDERLE et al., 2016). Essa cultura caracteriza-se como leguminosa pertencente à família Fabaceae sendo oriunda do continente Asiático. Na década de 70 foi implantada no Brasil e atualmente é a principal commodity cultivada (SMIDERLE et al., 2016).

Apresenta alto valor nutritivo e produção de grãos, pode ser utilizada como adubação verde, forragem, silagem e feno (PROCÓPIO et al., 2013). Para obtenção de uma lavoura de sucesso é necessário a utilização de sementes de alta qualidade e vigor (LIMA et al., 2017).

A legislação brasileira exige para sementes de soja 75% de porcentagem de germinação, visando a comercialização. A Associação Internacional para Análise de Sementes (ISTA) e a Associação Oficial de Analistas de Sementes (AOSA) prescrevem a utilização do papel que é apontado como o grande responsável pela alta proliferação de microrganismos patogênicos oriundos da própria semente e, conseqüente diminuição dos percentuais germinativos.

Uma alternativa para esses problemas, também prevista nos métodos oficiais, é o uso de areia por inibir a incidência de patógenos da cultura. Entre as dificuldades deste substrato na rotina dos laboratórios estão à esterilização de grandes volumes de areia para analisar numerosa quantidade de lotes e a falta de um produto padronizado quanto à composição (SOUZA et al., 2017). A prescrição da textura de granulometria e umidade ideal no substrato areia, na literatura nacional e internacional, são escassas as informações principalmente no que tange a uniformidade de emergência e na qualidade morfológicas de plântulas (RODRIGUES et al., 2017).

Para algumas culturas, a massa da semente é indicativa da sua qualidade fisiológica. Sementes mais pesadas, por possuírem maior quantidade de reserva nutricional, geralmente apresentam melhor desempenho se comparadas as de menor massa (Souza et al., 2017). Consequentemente, expressam maior poder germinativo, implicando na redução do tempo médio de emergência, maior homogeneidade e

desenvolvimento das plântulas (SMIDERLE et al., 2016).

Dessa forma, torna-se imprescindível a realização de estudos que enfoquem a busca pela homogeneidade de emergência e alta qualidade das plântulas. Para isso é necessário que as técnicas e o manejo de cultivo devem ser desenvolvidas e aprimoradas de acordo com condições edafoclimáticas de cada região, pois o desempenho agrônomo da cultura depende da interação entre o genótipo e ambiente (Smiderle et al., 2016). Esta interação influencia positivamente no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Objetivo

Portanto, devido à importância da produção agrícola, principalmente na região Norte do Brasil objetivou-se neste trabalho aprimorar técnicas para determinar a germinação e vigor na qualidade morfológicas de plântulas de soja.

2 | METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes e em casa de vegetação da Embrapa Roraima, no município de Boa Vista/RR a localização está definida pelas coordenadas 2° 23'45,31" de latitude norte e 60° 58' 44,34" de longitude oeste com altitude de 90 m acima do nível do mar.

A cultivar em estudo foi a cv. BRS 7880. Após a colheita e trilha mecânica das plantas obtidas da área útil das parcelas (5 m²), as sementes foram pesadas, acondicionadas e em seguida levadas ao laboratório de análise de sementes (LAS), onde determinou-se a massa de mil sementes, corrigida para 13% de umidade. O teor de água foi determinado pelo método da estufa a 105 ±3°C por 24h (BRASIL, 2009), utilizando-se duas subamostras de 10 g de sementes para cada tamanho.

Para atender aos objetivos do trabalho, foram realizados três experimentos independentes. No primeiro experimento no laboratório, as sementes de soja foram separadas em duas classes de massa (pequena e grande). Considerou-se como sementes pequenas aquelas com massa média de 16,77 g e as grandes com massa média para 100 sementes de 20,40 g. O germinador utilizado foi uma câmara vertical, tipo B.O.D., contendo prateleiras removíveis de arame, mantidas a temperatura de 25 °C.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial (2x4), dois tamanhos de sementes (grandes e pequenas) três níveis de umidade de água, com quatro repetições. Os testes foram instalados com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em rolos de papel umedecidos com água deionizada (Figura 1), na proporção de 2,0; 2,5 e 3,0 vezes o peso do papel seco, à temperatura de 25 °C.



Figura 1. Rolos de papel umedecidos na proporção de 2,0; 2,5 e 3,0 vezes o peso do papel seco.

Fonte: Smiderle e Souza 2018

Para a determinação da perda de umidade do substrato, durante o teste de germinação pesou-se o substrato (rolo de papel) umedecido acrescido das sementes na montagem do teste, na data da primeira contagem e após a contagem final, mantendo-se as plântulas normais, anormais e sementes mortas.

Paralelamente foi estabelecido o segundo experimento em casa de vegetação com o objetivo de verificar a influência de diferentes substratos e o tamanho de sementes (Figura 2) na emergência e qualidade morfológicas das plântulas.



Figura 2. Diferentes substratos e o tamanho de sementes na emergência e qualidade morfológicas das plântulas.

Fonte: Smiderle e Souza, 2018

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial (2x4), dois tamanhos de sementes e quatro misturas de substratos (areia média; casca de arroz carbonizada; 50% de areia média + 50% casca de arroz carbonizada (1:1) e 75% de areia média +25% de casca de arroz carbonizada (3:1) com quatro

repetições.

Para o terceiro experimento, também em casa de vegetação, verificou-se o efeito dos substratos areia com granulometria fina e média e quatro níveis de umidade de água sobre a emergência de plântulas. As sementes foram semeadas a 0,5 cm de profundidade em bandejas plásticas de 30 cm x 40 cm x 10 cm.



Figura 3. Substratos areia com granulometria fina e média e quatro níveis 80, 70, 60 e 50% da capacidade de campo sobre a emergência de plântulas.

Fonte: Smiderle e Souza (2018)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial (2x4), dois substratos areia com granulometria fina e média e quatro níveis de umidade de água com quatro repetições. O umedecimento dos substratos areia foi realizado com 80, 70, 60 e 50% da capacidade de campo em água destilada, respectivamente.

No experimento 1, foi obtido a germinação (G, %), percentual de plântulas normais (PN, %), plântulas anormais (PAN, %), velocidade de germinação (VG, índice) e nos experimentos 2 e 3, obteve-se emergência (E %), velocidade de emergência de plântulas (VE, índice). Para os três experimentos determinou-se a massa fresca de plântulas (MFP) e massa seca de plântulas (MSP).

Todos os resultados obtidos foram testados quanto à homogeneidade (Bartlett) e normalidade (Shapiro-Wilk) e, posteriormente, as médias dos valores das variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância, seguido do teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS

Com os resultados do presente estudo foi possível evidenciar que através dos testes realizados, na Tabela 1, podemos observar a percentagem de germinação da cv. 7880, sem identificar diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), independentemente do tamanho das sementes. No entanto as sementes grandes apresentaram menor percentual de plântulas normais e maior de anormais. O percentual de plântulas normais, anormais (deterioradas e deformadas) e sementes mortas, foi determinado de acordo com a indicação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para os resultados de velocidade de emergência e massa fresca e seca de plântulas da cv. 7880, nas sementes classificadas como grandes o melhor teor de água foi a 2,5 apresentando maior vigor quando comparado com teor de água 3,0 (Tabela 1).

Somado a isso, para as sementes grandes o teor de água 2,0 apresentou baixo vigor das plântulas 'BRS 7880'. Tal fato pode ser devido ao potencial hídrico externo incapaz de reorganizar o sistema de membranas durante a embebição e consequentemente diminuindo o vigor das plântulas. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o tamanho das sementes não tem influência sobre a germinação, mas afeta o vigor da plântula resultante.

Para o teste de germinação, plântulas normais e anormais, velocidade de germinação e massa seca de plântulas classificadas como pequenas não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Esses resultados demonstraram que com a adição de água de 2,0; 2,5 ou 3,0 no rolo de papel a germinação não interfere o vigor das plântulas.

| | G | | %PN | | %PAN | | VG | | MFP | | MSP | |
|-------|-------------------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-----|-----|
| Água | Sementes Grandes | | | | | | | | | | | |
| 2,0 | 96 | aA | 76 | bB | 22 | aA | 31,4 | bA | 22,6 | cA | 8,3 | bA |
| 2,5 | 97 | aA | 93 | aA | 7 | bA | 32,0 | aA | 50,5 | aA | 9,1 | aA |
| 3,0 | 95 | aA | 93 | aA | 6 | bA | 31,2 | bA | 41,0 | bA | 8,6 | abA |
| Média | 95,0 | A | 87,1 | B | 11,5 | A | 31,5 | A | 38,1 | A | 8,6 | A |
| | Sementes Pequenas | | | | | | | | | | | |
| 2,0 | 96 | aA | 93 | aA | 6 | aB | 31,6 | aA | 23,6 | bA | 8,2 | aA |
| 2,5 | 97 | aA | 93 | aA | 6 | aA | 31,8 | aA | 44,5 | aB | 8,2 | aB |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|-----|----|
| 3,0 | 96 | aA | 92 | aA | 9 | aA | 31,6 | aA | 42,7 | aA | 8,0 | aB |
| Média | 96,2 | A | 92,5 | A | 6,8 | B | 31,6 | A | 36,9 | A | 8,1 | B |
| CV% | 1,5 | | 5,0 | | 24,1 | | 1,1 | | 7,1 | | 4,8 | |

Tabela 1. Valores médios de germinação (G, %), percentual de plântulas normais (PN, %), plântulas anormais (PAN, %), velocidade de germinação de plântulas (VG, índice), massa fresca de plântulas (MFP, g) e massa seca de plântulas (MSP, g) obtidos de diferentes teores de água e dois tamanhos de sementes da cv BRS 7880

*Na coluna, médias seguidas por letras distintas, minúsculas entre umidades e maiúsculas entre tamanhos de sementes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tais informações são fundamentais para se conhecer o potencial de emergência e de uso da cv. BRS 7880 servindo como indicador de uniformidade de emergência de plântulas na obtenção de seedlings de melhor qualidade, bem como na indicação da melhor maneira de obter uniformidade na germinação das sementes de soja.

Vale ressaltar, que para o segundo experimento a germinação obtida foi de 100% para ambas as classes de sementes da cv. BRS 7880. Conforme os dados da Tabela 2 a emergência de plântulas para sementes classificadas como grandes no substrato 3:1 foi de 15,0% quando comparado com o substrato casca de arroz carbonizada.

Enquanto a VE (Índice) para sementes grandes no substrato casca de arroz carbonizada apresentou 26,66% a menos quando comparado com o substrato 3:1 (Tabela 2). Outrossim, entre sementes grandes e pequenas no substrato casca de arroz carbonizada houve diferença significativa, apresentando diferença de 49,57% para velocidade de emergência de plântulas. Já para a variável plântula normal não houve diferença significativa entre tamanhos de sementes enquanto entre substratos houve diferença significativa.

| Substratos | E (%) | | VE | | PN | | PA | | MFP | | MSP | |
|-------------------|-------|----|-------|----|------|----|------|----|-------|----|------|----|
| Sementes Grandes | | | | | | | | | | | | |
| AREIA (A) | 87,0 | bB | 20,6 | bB | 83,0 | bA | 9,0 | bA | 31,6 | aA | 4,6 | aA |
| 3:1 A+CAC | 97,0 | aA | 30,2 | aA | 97,0 | aA | 3,0 | bA | 39,6 | aA | 4,8 | aA |
| 1:1 A+CAC | 83,0 | cA | 21,7 | bA | 59,0 | cA | 33,0 | aA | 13,2 | bA | 3,0 | bA |
| CAC | 82,0 | cA | 22,5 | bA | 52,0 | cA | 23,0 | aA | 11,2 | bA | 3,1 | bA |
| Média | 87 | A | 23,79 | A | 73 | A | 17 | A | 23,90 | A | 3,93 | A |
| Sementes Pequenas | | | | | | | | | | | | |
| AREIA (A) | 96,0 | aA | 26,0 | bA | 93 | aA | 6,0 | cA | 30,6 | aA | 4,7 | aA |
| 3:1 A+CAC | 95,0 | aA | 30,2 | aA | 96 | aA | 4,0 | cA | 32,8 | aB | 4,4 | aA |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| 1:1 A+CAC | 78,9 | bA | 20,9 | cA | 46 | bA | 48,0 | aA | 7,0 | bB | 2,4 | bA |
| CAC | 44,0 | cB | 11,3 | dB | 30 | bB | 15,0 | bA | 3,8 | cB | 1,5 | cB |
| Média | 78 | B | 21,8 | B | 66 | A | 18,0 | A | 18,5 | B | 3,2 | B |
| CV.% | 11,18 | | 12,63 | | 17,12 | | 25,85 | | 15,55 | | 20,76 | |

Tabela 2. Valores médios de emergência (E %), velocidade de emergência de plântulas (VE, índice), plântulas normais (PN); plântulas anormais (PA); massa fresca de plântulas (MFP) e massa seca de plântulas (MSP) obtidos de diferentes tamanhos de sementes e misturas de substratos cultivados em casa de vegetação

*Na coluna, médias seguidas por letras distintas, minúsculas entre substratos e maiúsculas entre tamanhos de sementes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Rocha Júnior (1999), estudando qualidade fisiológica de sementes de soja em função do tamanho de sementes, verificou que sementes de maior tamanho apresentaram melhores porcentagens de germinação, conseqüentemente menor quantidade de plântulas anormais.

Desse modo, com os dados do presente trabalho foi possível comprovar que sementes pequenas quanto grandes associadas ao substrato 3:1, em ambiente protegido, é uma estratégia eficaz para obtenção de uniformidade na emergência de plântulas. Comparando os valores médios entre os diferentes substratos para a variável massa fresca e seca houve diferença significativa tanto para sementes grandes quanto pequenas. Nas sementes pequenas diferença entre os substratos, para a variável massa seca de plântulas, sendo o substrato casca de arroz carbonizada apresentou 68,1 % a menos em relação ao substrato areia média.

Somado a isso, no terceiro experimento a variável emergência (E%) em substratos areia com granulometria fina sobre níveis de umidade 70 e 60% apresentou porcentual acima de 90%. Enquanto a areia com granulometria fina em nível de 50% de umidade apresentou 17% a menos de emergência quando comparado com o nível de umidade a 70% de capacidade de campo (Tabela 3).

| U% | E | | VE | | MFP | | MSP | |
|-----------------------------|----|-----|------|----|------|----|------|----|
| Areia de granulometria fina | | | | | | | | |
| 80 | 88 | bcB | 27,5 | aA | 41,4 | bA | 9,0 | bA |
| 70 | 98 | aA | 29,0 | aA | 48,8 | aA | 10,1 | aA |
| 60 | 93 | abA | 27,4 | aA | 46,0 | aA | 10,2 | aA |
| 50 | 81 | cA | 22,1 | bA | 32,9 | cA | 8,7 | bA |
| Média | 90 | A | 26,5 | A | 42,3 | A | 9,5 | A |

| Areia de granulometria média | | | | | | | | |
|------------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|
| 80 | 96 | aA | 34,8 | aA | 37,6 | aB | 6,5 | bB |
| 70 | 95 | aA | 25,4 | bB | 37,9 | aB | 7,4 | aB |
| 60 | 94 | aA | 21,9 | cB | 38,2 | aB | 7,8 | aB |
| 50 | 81 | bA | 17,9 | dB | 29,5 | bB | 6,7 | bB |
| Média | 91,5 | A | 23,4 | B | 35,9 | B | 7,1 | B |
| CV% | 5,17 | | 6,06 | | 5,13 | | 4,29 | |

Tabela 3. Valores médios de emergência (E %), velocidade de emergência de plântulas (VE, índice), massa fresca de plântulas (MFP) e massa seca de plântulas (MSP) obtidos de substratos areia com granulometria fina e média e quatro níveis de umidade de água cultivados em casa de vegetação

*Na coluna, médias seguidas por letras distintas, minúsculas entre umidades e maiúsculas entre granulometrias, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Somado a isso, a variável velocidade de emergência, massa fresca e seca de plântulas da cultivar BRS 7880, apresentaram os maiores valores médios com os níveis de 70 e 60% de umidade, quando comparado com os níveis de umidade de 80 e 50% de capacidade de campo.

Por sua vez, a areia com granulometria média apresentou a maiores porcentagens de emergência nos níveis de umidade 80, 70 e 60% de capacidade de campo, e menores porcentagens de emergência com 50% de capacidade de campo (Tabela 3). Outro sim, a velocidade de emergência no tratamento com umidade de 80% apresentou 1,03 vezes maior, comparado com a umidade de 50% de capacidade de campo (Tabela 3).

Tais informações são fundamentais para se conhecer o potencial de emergência e de uso da cv. BRS 7880 servindo como indicador de uniformidade de emergência de plântulas na obtenção de plântulas de melhor qualidade, bem como na prescrição do uso de areia de granulometria média para garantir maior uniformidade.

O substrato casca de arroz carbonizada, 100% ou 50% para ambos tamanhos de sementes não é indicado para obter uniformidade na emergência de plântulas de soja da cultivar BRS 7880. O uso da mistura de substratos 3:1 é indicado para obter uniformidade na emergência de plântulas da soja cv. BRS 7880, apresentando melhoria significativa em relação a areia 100%.

4 | CONCLUSÕES

Sementes de soja BRS 7880 grandes e papel umedecido a 2,5 vezes o peso são indicados para obter melhor uniformidade na germinação permitindo estabelecer plântulas mais vigorosas.

A adição de 25% de casca de arroz carbonizada na areia média, substrato 3:1,

é indicada para obter uniformidade na emergência de plântulas da soja cv. BRS 7880.

O substrato areia de granulometria fina e o nível de 50% de umidade para a cv. BRS 7880 não são indicados para obter uniformidade na emergência e características morfológicas de plântulas.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/PIBIC e CAPES/ EAD pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA: ACS, 2009. 399 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J.; ALVES, J. M. A. et al. Potencial fisiológico de sementes de soja-hortaliça cultivar BRS 258, produzidas com diferentes adubações e armazenadas. **Acta Iguazu**, v.6, n.1, p.96-106, 2017.

RODRIGUES, R.A.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, D.P. et al. Variabilidade espacial da umidade e das frações granulométricas do solo em um plantio de bananeiras irrigado no semiárido Pernambucano. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v.11, n.3, p.134 - 143, 2017.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; CAMPOS, L.S.; SOUZA, A.A. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi obtidas em residual alternativos de adubações. **Revista Congrega**, v.2, n.1, p.217-224, 2016.

SOUZA, A.G.; SMIDERLE, O.J.; SPINELLI, V.M. et al. Optimization of germination and initial quality of seedlings of *Prunus persica* tree rootstocks. **Journal of Seed Science**, v.39, n.4. p.166-173, 2017.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H. et al. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

RODRIGUES, R.A.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, D.P. et al. Variabilidade espacial da umidade e das frações granulométricas do solo em um plantio de bananeiras irrigado no semiárido Pernambucano. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v.11, n.3, p.134 - 143, 2017.

TRATAMENTOS DE SEMENTES, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Cinnamomum zeylanicum* COM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Oscar Jose Smiderle

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA

Boa Vista - Roraima

Aline das Graças Souza

Instituto Federal de Roraima – IFRR

Amajari - Roraima

RESUMO: O Brasil importa de diferentes países em quantidade *Cinnamomum zeylanicum*, também conhecida como canela do Ceilão tanto cascas quanto óleo essencial, principalmente pelo insipiente ou inexistente cultivo comercial desta especiaria no País. Assim, em razão da necessidade de estudar e indicar tratamentos para promover a germinação das sementes para a formação de mudas de *Cinnamomum zeylanicum*, aplicou-se tratamentos pré-germinativos para promover emergência uniforme, bem como formação de mudas de qualidade com adição de solução nutritiva. Aos 10 dias após a sementeira pela velocidade de emergência de plântulas identificou-se diferenças entre os tratamentos. Em sementes descascadas com imersão em álcool, índice de 2,11 e sementes descascadas imersas em hipoclorito, índice de 1,58, enquanto nas sementes intactas índice zero. Assim, a retirada das cascas da semente de *Cinnamomum zeylanicum* é indicada para promover a

emergência de plântulas. A solução nutritiva na concentração de 50% proporciona crescimento em altura, diâmetro do caule e maiores índice de qualidade de Dickson, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e massa seca total, sendo indicado para a produção de mudas de *C. zeylanicum*.

PALAVRAS-CHAVE: Canela do Ceilão; vigor de sementes; estratificação; produção de mudas.

SEEDS TREATMENTS, EMERGENCY AND SEEDLINGS GROWTH OF *Cinnamomum zeylanicum* WITH NUTRITIVE SOLUTION

ABSTRACT: Brazil imports from different countries in a large amount *Cinnamomum zeylanicum*, also known as Ceylon cinnamon from both bark and essential oil, mainly by the incipient or inexistent commercial cultivation of this spice in the Country. Thus, on account of the need to study and indicate treatments to promote seed germination for the formation of *Cinnamomum zeylanicum* seedlings, pre-germination treatments were applied to promote uniform emergence, as well as formation of high quality seedlings with addition of nutrient solution. At 10 days after sowing by the seedling emergence speed, differences among treatments were identified. In shelled seeds with immersion in alcohol, index of 2.11 and peeled

seeds immersed in hypochlorite, index of 1.58 were found, while in intact seeds, index zero was found. Thus, removal of the bark from the *Cinnamomum zeylanicum* seed is indicated to promote emergence of seedlings. The nutrient solution at 50% concentration provides growth in height, stem diameter and higher Dickson quality index, dry shoot mass, dry mass of the root system and total dry mass, being indicated for the production of seedlings of *C. zeylanicum*.

KEYWORDS: *Cinnamomum zeylanicum*; seed vigor; stratification; seedling production.

1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Cinnamomum zeylanicum* (sin. *C. verum*) conhecida como canela do Ceilão, a verdadeira canela do comércio, pertence à família Lauraceae e é originária do Sri Lanka (antigo Ceilão), principal produtor e exportador, seguido de Seychelles, Madagascar e Índia (KOKETSU et al., 1997; LIMA et al., 2005; RANASINGHE et al., 2013). A árvore de *C. zeylanicum* atinge alturas de 8-17 m e suas cascas e folhas são geralmente utilizadas na perfumaria, fabricação de bebidas e culinária, devido às suas propriedades aromáticas e condimentares, e seus óleos essenciais são utilizados como agentes aromatizantes de alimentos industrializados e medicamentos (DEUS et al., 2011; SILVA et al., 2012).

O óleo essencial dessa planta é um dos mais importantes no mercado mundial e apresenta grande diversidade na sua composição (LIMA et al., 2005). A *C. zeylanicum* é muito utilizada na medicina popular por apresentar propriedades medicinais, tais como antiespasmódica, carminativa, estimulante, tônica, digestiva, adstringente, afrodisíaca, antissépticas, antioxidante, aperiente, aromática, hipertensora, sedativa e vaso dilatadora (SIMIC et al., 2004; LIMA et al., 2005).

O Brasil importa regularmente de diferentes países quantidades significativas tanto de cascas quanto do óleo essencial, dada à ausência de cultivo comercial desta especiaria no País (KOKETSU et al., 1997). A *C. zeylanicum* cresce bem em solo brasileiro, onde já foi cultivada no passado, tendo sido introduzida pelos jesuítas (SILVA et al., 2012).

Apesar da importância da espécie, na Amazônia as pesquisas sobre sementes de espécies florestais nativas são insuficientes, principalmente no que se refere às características morfológicas e fisiológicas (SOUZA et al., 2019). Além disso, segundo Smiderle et al. (2016) existem problemas resultantes da irregularidade de produção de sementes, da diversidade de espécies por área, da baixa frequência por área e dificuldade de acesso às árvores matrizes, as quais ocasionam, frequentemente, a falta de sementes. Esse conjunto de dificuldades limita o melhor aproveitamento dessas espécies em programas silviculturais.

Outro sim, estudos agronômicos relacionados à canela, seja como associação de culturas ou visando o aumento da produção, têm sido realizados principalmente na Índia, porém trabalhos específicos com produção de mudas de *C. zeylanicum* no

estado de Roraima- Brasil foram realizados por Smiderle & Souza (2016), indicando fertilizantes minerais adequados na produção de mudas de *C. zeylanicum*.

No entanto esta técnica ainda está pouco difundida nos processos de produção de mudas de espécies florestais. Assim, em razão da necessidade de estudar e indicar tratamentos para promover a germinação das sementes de *C. zeylanicum* com a finalidade de produção de mudas objetivou-se aplicar tratamentos pré-germinativos para promover emergência uniforme e bem como formação de mudas de qualidade com adição de solução nutritiva.

Objetivo

Assim, em razão da necessidade de estudar e indicar tratamentos para promover a germinação das sementes de *C. zeylanicum* com a finalidade de produção de mudas aplicou-se tratamentos pré-germinativos para promover emergência uniforme e bem como formação de mudas de qualidade com adição de solução nutritiva.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida na Embrapa Roraima, utilizando as dependências do Laboratório de Análise de Sementes e o viveiro de mudas do setor de Fruticultura localizada na BR 174, Km 8, Distrito Industrial, sob coordenadas geográficas de referência 02°45'28"N e 60°43'54"W, e 90 m de altitude. Boa Vista encontra-se na Zona Climática Tropical, sem que haja estação extremamente seca nem temperatura média mensal inferior a 18° C, segundo Köppen o clima é tropical úmido do tipo Aw: clima tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa no verão; o mês mais seco apresenta precipitação pluvial inferior a 60 mm. A precipitação pluvial média é de 1.750 mm anuais, temperatura do ar de 26,7°C e umidade relativa do ar 79% (SMIDERLE et al., 2017).

A espécie utilizada foi a *C. zeylanicum* cujas, sementes (Figura 1) para o teste de velocidade de emergência e bem como para formação das mudas foram provenientes do município de Mucajaí do estado de Roraima (obtidas de planta isolada em propriedade rural).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Avaliou-se o percentual de emergência e estabeleceu-se a velocidade de emergência das plântulas seguindo os tratamentos: testemunha –T1, sementes descascadas –T2; sementes descascadas + imersão em álcool por cinco minutos –T3; sementes descascadas + imersão em hipoclorito por cinco minutos –T4. As sementes foram postas para germinar em bandejas com areia+serragem em repetições de 40 sementes. As contagens foram realizadas de dois em dois dias após o surgimento das primeiras folhas.

Aos 34 dias após a semeadura, as plântulas com cinco centímetros de altura

em média (Figura 1) foram transferidas para sacos de polietileno preto com 20 cm de altura e 12 cm de diâmetro, contendo dois litros do substrato solo + areia (2:1) (Tabela 1).

| Substrato | pH | K | P | Ca | Mg | Al | H+Al | M.O. | Zn | Fe | Mn | Cu | B | S |
|-----------|-----|------------------------------|-------|------|-----|-----|------|--------|------|------|-------------------------------|-----|-----|------|
| | | -----mg/dm ³ ---- | | | | | | dag/kg | | | -----mg/dm ³ ----- | | | |
| S | 5,8 | 112,0 | 314,9 | 10,2 | 5,0 | 0,0 | 1,7 | 6,2 | 24,4 | 13,5 | 90,9 | 0,6 | 0,8 | 50,7 |

Tabela 1. Características químicas do substrato solo + areia (2:1) utilizado no cultivo de plântulas de *C. zeylanicum*, Boa Vista, RR

As mudas foram espaçadas e mantidas em viveiro com 50% de sombreamento, com irrigação por aspersão programada a cada seis horas durante o dia, cada irrigação teve a duração de cinco minutos, sendo utilizada, duas regas semanais de 30 mL da solução nutritiva de acordo com SOUZA et al. (2019), após a última irrigação diária, evitando lixiviação dos nutrientes.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Cada parcela foi composta por três plântulas (uma planta em cada recipiente). Avaliou-se nas parcelas o efeito das concentrações T1- 0% e T2- 50% e T3- 100% da solução nutritiva de acordo Souza et al. (2019), durante a fase de crescimento e mensalmente foram realizadas avaliações até que as mudas atingissem a altura média de 45 cm e o diâmetro 5,0 mm (Figura 1).

Os valores de altura das mudas foram obtidos medindo-se com régua milimétrica do nível do solo ao meristema apical, enquanto que para o diâmetro do coleto, as medidas foram tomadas com paquímetro digital a um (01) cm do nível do solo.



Figura 1. Características morfofisiológicas de sementes e plântulas de *Cinnamomum zeylanicum*

Aos 300 dias após transplante (DAT), cada muda foi dividida em parte aérea e raiz, e cada parte da planta foi lavada em água corrente e acondicionada em saco de papel, permanecendo em estufa de secagem a 60 - 65°C, com circulação de ar até obter massa constante (72 horas). Depois de secas, foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,01 g para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), e, pelo somatório destas, calculou-se a massa seca total da planta (MST) e foi estabelecido o Índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), nas mudas formadas.

Os dados obtidos para as diferentes variáveis foram submetidos às análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS

Aos 10 dias após a semeadura a velocidade de emergência de plântulas identificou diferenças entre sementes descascadas mais imersão em álcool, com índice de 2,11 e sementes descascadas imersas em hipoclorito, índice de 1,58 enquanto nas sementes intactas índice zero (Tabela 2). Estes valores aos 34 dias após semeadura resultaram

em índice de 3,09; 3,31 e 3,33, respectivamente para T2, T3 e T4, enquanto T1 não apresentou nenhuma plântula emergida (Tabela 2).

| Tratamentos | VE | VE | %E |
|---|---------|---------|---------|
| | 10 dias | 34 dias | 34 dias |
| T1=Testemunha | 0,00 | 0,00 | 00 |
| T2= Sementes descascadas (SD) | 2,11 | 3,09 | 65 |
| T3= SD + imersão em álcool por cinco minutos | 2,11 | 3,31 | 70 |
| T4= SD + imersão em hipoclorito cinco minutos | 1,58 | 3,33 | 70 |

Tabela 2. Valores médios de velocidade de emergência de plântulas (VE, índice) e de percentual de emergência (%E) em diferentes tratamentos de sementes de *Cinnamomum zeylanicum*

Os percentuais de emergência de plântulas foram de 65% para T2 e 70% para T3 e T4, e as sementes intactas T1 não resultaram em plântulas nos 34 dias avaliados (Tabela 2).

Para as características avaliadas altura e diâmetro verificou-se interação significativa entre os tratamentos (Tabela 3). A maior altura de plantas (46,2 cm) foi obtida com o tratamento T2 com adição de solução nutritiva na concentração de 50%. Mudanças do tratamento sem adição de solução nutritiva testemunha (T1) apresentaram média de altura (26,5 cm) inferior à do tratamento com adição de solução nutritiva na concentração 50% (Tabela 1).

| Solução nutritiva (SN) | Altura de plântula (cm) | Diâmetro de caule (mm) | Massa seca parte aérea (g) | Massa seca raiz (g) | Massa seca plântula (g) | Índice de qualidade Dickson |
|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| T1- (água) | 19,70 c | 4,35 c | 3,07 c | 1,09 c | 4,16 c | 0,66 b |
| T2- 50% SN | 46,22 a | 6,11 a | 6,60 a | 1,90 a | 8,60 a | 1,11 a |
| T3-100% SN | 39,50 b | 5,10 bc | 4,66 b | 1,05 c | 5,70 bc | 0,70 b |
| C.V.% | 11,2 | 10,3 | 11,5 | 17,2 | 11,2 | 16,9 |

Tabela 3. Valores médios observados para características morfológicas em plântulas de *C. zeylanicum* em diferentes concentrações de solução nutritiva aos 300 dias após transplante - DAT

*Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Neste estudo, as médias do diâmetro do caule variaram entre 4,35 e 6,11 mm (Tabela 3). Semelhante aos resultados obtidos para altura, a menor média do diâmetro

de caule (4,35 mm) foi observada nas mudas produzidas no tratamento sem adição de solução nutritiva T1 (testemunha).

Quanto aos resultados obtidos para massa seca da parte aérea (MSPA), os tratamentos T2 (50% concentração da solução nutritiva) apresentou valor superior, em comparação aos demais tratamentos (Tabela 3). No entanto, os maiores valores de MSPA foram obtidas utilizando-se as concentrações de 50% (6,60 g) seguida de 100% (4,66 g) da solução nutritiva. Quanto aos resultados correspondentes à massa seca da raiz das mudas de *Cinnamomum zeylanicum* analisadas, observaram-se valores significativamente superiores com a solução nutritiva na concentração de 50% com a maior média, resultando no valor de 1,91 g. Com relação à massa seca total (MST) foi semelhante à MSPA, com os menores valores obtidos em T1 e T3 bem como na massa de seca de raiz (MSR) no T1 (1,10g) e T3 (1,05g) (Tabela 1).

Os resultados positivos do uso de solução nutritiva na produção de mudas de *Cinnamomum zeylanicum* podem ser observados quando se analisa o índice de qualidade de Dickson. Para esse índice, o tratamento T2 (50% da solução nutritiva) apresentou médias superiores (Tabela 3), enquanto mudas do tratamento T1 (testemunha) proporcionaram IQD abaixo do indicado por Souza et al. (2019). Sendo que o maior valor encontrado para este índice (1,11) foi com a concentração de 50% da solução nutritiva (Tabela 1), indicando a importância da concentração da solução nutritiva para o crescimento equilibrado da *Cinnamomum zeylanicum* em fase de muda. É sabido que o índice de qualidade de Dickson é apontado como bom indicador da qualidade de mudas.

4 | CONCLUSÕES

A retirada das cascas da semente de *Cinnamomum zeylanicum* é indicada para promover a emergência de plântulas.

As mudas de *Cinnamomum zeylanicum* respondem à adição de solução nutritiva, na concentração de 50% sendo a fertilização mineral importante para o crescimento e qualidade de mudas da espécie.

A solução nutritiva na concentração de 50% proporciona crescimento em altura, diâmetro do caule e maiores índice de qualidade de Dickson, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e massa seca total, sendo indicado para a produção de mudas de *Cinnamomum zeylanicum*.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES pelas bolsas PQ e EAD concedidas.

REFERÊNCIAS

- DICKSON, A.; LEAD, A.L.; OSMER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, v.36, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- KOKETSU, M.; GONÇALVES, L.S.; LOPES, R.L.O.; NANCY, D.M. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, p. 281-285, 1997.
- LIMA, M.P.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SILVA, T.M.D.; FERNANDES, C.S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Acta Amazônica**, v.35, n.3, p. 363 – 366, 2005.
- PAWAR, V.C.; THAKER, V.S. *In vitro* efficacy of 75 essential oils against *Aspergillus niger*. **Mycoses**, v.49, n.4, p.316-323, 2006.
- RANASINGHE, P.; PIGERA, S.; PREMKUMARA, S.; GALAPPATHTHY, P.; CONSTANTINE, GODWIN, R.; KATULANDA, P. Medicinal properties of 'true' cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.13, n.275, p. 235-242, 2013.
- SILVA, K. B.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; SANTOS, S.S.; BARROSO, L.M. Tolerância a dessecação de sementes de *Cinnamomum zeylanicum* Ness. **Semina: Ciências Agrárias**, v.3, n.33, p. 587-594, 2012.
- SIMIC, A. et al. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. **Phytotherapy Research**, v.18, n.3, p.713-717, 2004.
- SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G. Production and quality of *Cinnamomum zeylanicum* Blume seedlings cultivated in nutrient solution. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p. 104-110, 2016.
- SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; PEDROZO, C.A.; LIMA, C.G.B. Nutrient solution and substrates for 'cedro doce' (*Pochota fendleri*) seedling production. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.21, n.1, p.227-231, 2017.
- SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; SOUZA, A.A. Morphological aspects of seeds, emergence and growth of plantlets of surinam cherry trees sown at different depths.- **Journal Plant Scientia**, v.4, n.2, 119-125, 2016.
- SOUZA, A.G.; RITTERBUSCH, C.W.; MENEGATTI, R.D.; SMIDERLE, O.J.; BIANCHI, V.J. Nutritional efficiency and morphophysiological aspects with growth in the 'Okinawa Roxo' peach rootstock. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.9, p.1-13, 2019.

SOBRE O ORGANIZADOR

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos: Possui Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2003) apresentando monografia na área de genética microbiologia clínica e Mestrado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2006) com dissertação na área de genética e microbiologia ambiental. Doutor em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia (2013), Área de Concentração Biotecnologia em Saúde atuando principalmente com tema relacionado ao câncer de mama. Participou como Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial Nível 3 de relevantes projetos tais como: Projeto Genoma *Anopheles darlingi* (de 02/2008 a 02/2009); e Isolamento de genes de interesse biotecnológico para a agricultura (de 08/2009 a 12/2009). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, do Centro de Educação e Saúde onde é Líder do Grupo de Pesquisa BASE (Biotecnologia Aplicada à Saúde e Educação) e colaborador em ensino e pesquisa da UFRPE, UFRN e EMBRAPA-CNPA. Tem experiência nas diversas áreas da Genética, Microbiologia e Bioquímica com ênfase em Genética Molecular e de Microrganismos, Plantas e Animais, Biologia Molecular e Biotecnologia. Atua em projetos versando principalmente sobre temas relacionados a saúde e educação nas áreas de: Nutrigenômica e Farmacogenômica, Genômica Humana Comparada, Metagenômica, Carcinogênese, Monitoramento Ambiental e Identificação Genética Molecular, Marcadores Moleculares Genéticos, Polimorfismos Genéticos, Bioinformática, Biodegradação, Biotecnologia Industrial e Aplicada a Saúde e Educação.



ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 7, 25, 38, 51, 64, 75, 84
Apuleia leiocarpa 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Armazenamento 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52
Árvores 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 30, 65, 77

B

Biometria 21, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 34
Bradyrhizobium spp 1
BRS 7880 66, 67, 68, 71, 72, 74, 75

C

Casca de arroz 27, 31, 35, 37, 38, 66, 69, 72, 73, 74
Cinnamomum Zeylanicum 76, 77, 80, 81, 82, 83
Condutividade elétrica 41, 43, 44, 48, 49, 51, 52
Crescimento 27, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 60, 64, 68, 75, 76, 79, 82
Cultivar 4, 41, 43, 44, 68, 74, 75

E

Eficiência 6, 8, 9, 14, 18, 23, 60
Embrapa 1, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 29, 30, 31, 39, 42, 51, 64, 68, 78
Emergência 4, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 40, 53, 56, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82
Experimento 1, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 29, 31, 35, 66, 68, 69, 70, 72, 73

F

Fisiológicas 16, 17, 25, 60, 77
Fixação 1, 2, 4, 8, 12, 13, 14
Fracionamento Isotópico 1, 3, 12, 13

G

Germinação 5, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 34, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53, 55, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78
Glycine Max 14, 41, 42, 43, 66, 67
Grápia 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25

L

Leguminosas 1, 2, 3, 4

M

Massa seca 6, 7, 8, 32, 35, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 64, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 80, 81, 82

Matrizes 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 77

Mudas 16, 18, 23, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 39, 55, 56, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82

N

Nódulos 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11

P

Peltogyne Gracilipes 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 38, 40

Peroxidase 41, 42, 44, 50, 52

Plântula 29, 31, 35, 55, 60, 62, 64, 71, 72, 81

S

Sementes 4, 5, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83

Senegalia Polyphylla 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64

Soja 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 66, 67, 68, 72, 73, 74, 75

Solução 5, 6, 43, 44, 48, 76, 78, 79, 81, 82

Substrato 1, 5, 20, 27, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 55, 56, 62, 64, 67, 69, 72, 73, 74, 75, 79

T

Tratamento 6, 7, 9, 11, 32, 33, 43, 51, 68, 74, 81, 82

U

Uniformidade 30, 42, 64, 66, 67, 72, 73, 74, 75

V

Vigor 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 60, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 76, 77

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-597-6

