

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

**QUALIDADE FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE
SOJA INOCULADAS E ARMAZENADAS EM
PERÍODOS E AMBIENTES DISTINTOS**

THAIS FERNANDES DE JESUS

MESTRADO

Ipameri-GO

2021

THAIS FERNANDES DE JESUS

**QUALIDADE FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE SOJA
INOCULADAS E ARMAZENADAS EM PERÍODOS E AMBIENTES
DISTINTOS**

Orientadora: Prof. Dra. Katiane Santiago Silva Benett

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

**Ipameri
2021**

De Jesus, Thais Fernandes.

Qualidade fisiológicas de sementes de soja inoculadas e armazenadas em períodos e ambientes distintos/ Thaís Fernandes de Jesus – 2021.

27 f. il.

Orientador: Profa. Dra. Katine Santiago Silva Benett

Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, 2021.

1. Ciências Agrárias. 2. Agronomia. 3. Produção Vegetal.
I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “QUALIDADE FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE SOJA INOCULADAS EM DIFERENTES PERÍODOS E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO”

AUTOR(A): Thaís Fernandes de Jesus

ORIENTADOR(A): Katiane Santiago Silva Benett

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:



Prof.ª Dr.ª Katiane Santiago Silva Benett (Orientadora)
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO



Prof. Dr. Fabrício Rodrigues
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO



Prof.ª Dr.ª Janaína Borges Azevedo França
Faculdade Estácio - Polo Ipameri

Registro de Declaração

Número: 097

Livro: R-01 Folhas: 2

Data: 25/02/2021



Data da realização: 25 de fevereiro de 2021

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.”
J. R. R. Tolkien

Agradeço a Deus pela oportunidade,
Aos meus pais, Terezinha e Altaídes, pelo apoio e amor,
A minha irmã, Flívia, pelos ensinamentos e paciência,
A minha sobrinha, Luíza, pela felicidade,
Ao meu noivo, Leandro, pelo companheirismo,
Ao meu cunhado, Raniele, pela complacência,
A minha orientadora, Katiane, pela orientação.
Sem vocês eu não conseguiria.

SUMÁRIO

ABSTRACT	5
1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Locais.....	10
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	10
3.3 Inoculação.....	10
3.4 Armazenamento.....	10
3.5 Variáveis analisadas.....	11
3.5.1 Teste de germinação.....	11
3.5.2 Primeira contagem de germinação.....	11
3.5.3 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	11
3.5.4 Comprimento de plântulas.....	12
3.5.5 Massa seca de plântulas.....	12
3.5.6 Envelhecimento Acelerado.....	12
3.5.7 Condutividade elétrica.....	12
3.5.8 Teor de água as sementes.....	13
3.6 Análise estatística.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6 CONCLUSÕES	25
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

O nitrogênio é o nutriente mais requerido pela soja, sendo facilmente disponibilizado para a cultura através da inoculação de sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium spp.* Com o advento de novas tecnologias, o uso de inoculantes longa vida, que garantem a sobrevivência da bactéria ao longo prazo de armazenamento, esta técnica vem sendo adotada pelos produtores. Mas a capacidade de afetar a qualidade de sementes de soja ao longo do armazenamento ainda é pouco conhecida. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi verificar as possíveis reações das sementes de soja após inoculação com inoculantes longa-vida, armazenadas em ambiente com controle de temperatura e em ambiente sem controle de temperatura. Foram armazenadas sementes da variedade 8473RSF RR em dois diferentes ambientes, sendo inoculadas CTS 200 (longa vida) e não inoculadas, os quais as amostras de sementes foram coletadas após 0, 30, 45, 60 e 75 dias do armazenamento em dois ambientes diferentes: armazém comum (sem controle de temperatura) e armazém refrigerado (com controle de temperatura). As sementes foram submetidas às avaliações de - germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, comprimento de plântula, matéria seca de plântulas e umidade. Concluiu-se que a inoculação com inoculante longa vida não prejudica o potencial fisiológico de sementes de soja.

Palavras-chave: vigor, germinação, conservação, tempo, *Glycine max*, *Bradyrhizobium*.

ABSTRACT

Nitrogen is the most required nutrient for soybeans, being easily available for cultivation through the inoculation of seeds with bacteria of the genus *Bradyrhizobium* spp. With the advent of new technologies, the use of long-life inoculants, which guarantee the survival of the bacteria over the long term of storage, this technique has been adopted by producers. But the ability to affect the quality of soybean seeds during storage is still poorly understood. In this sense, the objective of this work was to verify the possible reactions of soybean seeds after inoculation with long-life inoculants, stored in an environment with temperature control and in an environment without temperature control. Seeds of the variety 8473RSF RR were stored in two different environments, being inoculated CTS 200 (long life) and not inoculated, which the seed samples were collected after 0, 30, 45, 60 and 75 days of storage in two different environments: common warehouse (without temperature control) and refrigerated warehouse (with temperature control). The seeds were submitted to germination, accelerated aging, germination speed index, electrical conductivity, seedling length, seedling dry matter and moisture. It was concluded that inoculation with a long-life inoculant does not harm the physiological potential of soybean seeds.

Keywords: vigor, germination, conservation, time, *Glycine max*, *Bradyrhizobium*.

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola tem grande importância na economia brasileira, influenciado pelo aumento populacional e pela crescente demanda de alimentos, tanto em quantidade como em qualidade. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro, atualmente o país está entre os maiores produtores de soja do mundo (MAPA, 2019). Na safra de 2019/2020, o Brasil apresentou uma área de 36.949,0 mil ha⁻¹ e produtividade média de 3.273 kg ha⁻¹ com produção de 120,9 milhões de toneladas, ganho de 5,1% em relação à safra 2018/2019 (CONAB, 2020).

Diversos fatores fazem com que a soja alcance tamanha importância no cenário agrícola brasileiro, uma vez que, além de manter milhares de empregos diretos e indiretos, seu cultivo tem impulsionado outros setores da economia (ROCHA et al., 2018). Aliado a uma alta demanda pela cultura e à dificuldade para abrir novas áreas agrícolas, o setor de produção busca a inserção de novos mecanismos que possam assegurar altos níveis de produtividade, de modo a manter e atender a demanda do mercado consumidor, ao mesmo tempo que se preza pela preservação e conservação dos recursos naturais, introduzindo novos conceitos e tecnologias para conservação do meio ambiente (PARDO e MARTÍNEZ, 2019).

Para um bom desenvolvimento e conseqüentemente boa produtividade, a cultura da soja requer a absorção de vários nutrientes, dentre esses o nitrogênio (N) é o mais requerido, estima-se que seja necessário 80 kg para produzir 1 tonelada por hectare de soja (EMBRAPA, 2013). O nitrogênio é responsável pelo acréscimo da produtividade e do teor de proteína nas sementes de soja, além do papel fundamental no metabolismo vegetal, que demanda alta quantidade de N nos processos de biossíntese de aminoácidos, clorofila, ácidos nucléicos e bases nitrogenadas (HUNGRIA et al, 2013).

Os fertilizantes nitrogenados, como o sulfato de amônia e a ureia, são opções de fornecimento de N para a cultura da soja, ambos comumente utilizados na agricultura devido a rápida assimilação do N pelas plantas. No entanto, apesar dos fertilizantes minerais serem absorvidos com maior rapidez, estes são de elevado custo, o que muitas vezes não é um atrativo para o produtor (CHEBOTAREV et al., 2017; CHAE et al., 2018). Outra desvantagem do uso desses fertilizantes são as perdas consideráveis por volatilização e desnitrificação (MARTINS et al., 2017; AFSHAR et al., 2018)

Porém, fertilização mineral não é única forma de disponibilizar N para as culturas, existe o N atmosférico que pode ser assimilado por bactérias, em simbiose com as plantas leguminosas, por meio do processo de fixação biológica do nitrogênio (FBN). As associações mais comuns entre leguminosas, como é o caso da soja e bactérias, são com as dos gêneros

Rhizobium e *Bradyrhizobium* (MEENA et al., 2018). Assim, a cultura estabelece essas associações simbióticas, e todo o nitrogênio requerido pela cultura pode ser suprido pela fixação biológica (FRANÇA NETO et al., 2016).

O processo de inoculação consiste no uso de bactérias fixadoras de nitrogênio, selecionadas pela pesquisa, adicionadas às sementes das plantas antes da semeadura. A inoculação é feita com um produto chamado inoculante (MENDES; REIS JUNIOR; CUNHA, 2010). Ainda que essa tecnologia seja aplicada na maioria das lavouras de soja do país, o processo de inoculação possui como entrave que uma vez inoculada a semente, esta deve ser imediatamente plantada, do contrário a mortalidade bacteriana comprometerá a eficiência da inoculação, além disso, geralmente a inoculação é feita no momento da semeadura e muitas vezes é limitante para eficiência do plantio, em razão do tempo despendido para sua operação (CAMPO e HUNGRIA, 2007).

A evolução e as demandas do mercado agrícola levaram à criação dos novos pré-inoculantes, produtos que permitem o pré-tratamento das sementes. Estes produtos deverão se tornar cada vez mais comuns no mercado, pois, facilitam e flexibilizam os processos de tratamento de sementes e semeadura (SEI, 2016). Permitindo o tratamento antecipado de sementes de soja, os inoculantes de longa vida surgem como tecnologia inovadora, voltada para o tratamento industrial de sementes, associados aos tratamentos fitossanitários, conferindo vida útil prolongada as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. (RIZOBACTER, 2017)

Junto a isso, devido à grande importância da cultura da soja no agronegócio brasileiro, procura-se aumentar a produção por meio do incremento na área cultivada e/ou no rendimento por área, sendo fundamental o uso de sementes de alta qualidade (SILVA, 2010). Uma vez que a semente é o principal insumo para os cultivos agrícolas, exercendo papel fundamental para o desenvolvimento de uma cultura, pois carrega um pacote tecnológico de valor intrínseco, resultado de anos de pesquisas (MACHADO et al. 2017). Portanto, o uso de sementes de alta qualidade aliada ao emprego de produtos que auxiliem o desempenho destas no campo é quesito fundamental para a obtenção de um bom estande inicial de plantas e fator a ser considerado para o aumento da produtividade da cultura.

As sementes têm a capacidade de preservar a viabilidade e sobreviver até o momento em que o local e clima sejam favoráveis para a germinação. Todavia, assim como os demais seres vivos, não mantem suas funções vitais por tempo indefinido. Sendo assim, a deterioração é um processo caracterizado por diversas alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, que iniciam a partir da maturidade fisiológica das sementes e avançam condicionadas pelo ambiente e práticas de manejo, culminando na redução da qualidade e finalmente morte da semente (MARCOS FILHO, 2005; MASETTO et al., 2013).

No intuito de proporcionar um ambiente no qual as mudanças fisiológicas e bioquímicas sejam mantidas em níveis aceitáveis, o armazenamento desempenha papel fundamental na preservação ou manutenção da qualidade das sementes, o que evitará perdas desnecessárias (SCOLARI e BONEMO, 2014).

A qualidade das sementes não pode ser melhorada durante o armazenamento, mas pode ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis. Quando as condições de armazenamento não são adequadas, as sementes de soja sofrem perda de viabilidade devido ao aumento da atividade metabólica que promove redução da qualidade fisiológica das sementes (FORTI et al., 2010). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

Por se tratar de tecnologia inovadora, informações acerca dos efeitos da utilização de inoculantes longa vida sobre vigor e viabilidade de sementes de soja durante o armazenamento em diferentes ambientes, ainda são escassas.

2 OBJETIVO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência de inoculante longa-vida na qualidade fisiológica de sementes de soja durante diferentes períodos de armazenamento em ambiente com controle de temperatura e em ambiente não controlado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 6, sendo sementes inoculadas e não inoculadas, dois ambientes de armazenamento (Em ambiente resfriado – 20°C e em ambiente sem controle de temperatura, ambos na cidade de Ipameri, Goiás) e seis períodos de armazenamento (0, 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a armazenagem), utilizando quatro repetições.

3.3 Inoculação

As sementes utilizadas são da cultivar 8473RSF RR[®] e foram adquiridas junto a Agrorosso Sementes, empresa produtora de sementes de soja localizada no município de São Miguel do Passa Quatro/GO. As sementes foram inoculadas em laboratório manualmente com o inoculante longa vida CTS 200[®] (*Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e 5019 na concentração bacteriana de $2,1 \times 10^9$ UFC/g) na dosagem de 100g para cada 100 kg de sementes + polímero e safety Power 200[®] (água e açúcar), que podem ser utilizados em até 35 dias antes da sementeira.

3.4 Armazenamento

As sementes, logo após a inoculação e as não inoculadas, foram acondicionadas em embalagens de papel kraft trifoliado e levadas para os respectivos ambientes de armazenamento. As embalagens foram dispostas casualizadamente em cada ambiente de armazenagem. Cada ambiente conteve 10 embalagens, referentes aos períodos de armazenamento, onde a cada 15 dias uma embalagem foi utilizada para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

No armazenamento em temperatura ambiente a temperatura média foi de 26,7 °C com temperatura máxima de 32 °C e mínima de 12 °C, com amplitude térmica de 20 °C. No armazenamento em câmara fria na temperatura de 20 °C, a média foi de 20 °C com temperatura máxima de 21 °C e mínima de 16 °C, apresentando amplitude térmica de 5 °C.

3.5 Variáveis analisadas

Para avaliação da qualidade de sementes foram analisados os seguintes componentes: germinação, primeira contagem de germinação, velocidade de germinação de plântulas, comprimento de plântulas, massa seca de plântulas, condutividade elétrica e envelhecimento

acelerado. Entretanto, previamente, antes das análises do potencial fisiológico das sementes, foi determinado o grau de umidade pelo método da estufa, as amostras foram acondicionadas a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas, para a determinação do grau de umidade foram utilizadas duas repetições, para cada tratamento (BRASIL, 2009).

3.5.1 Teste de Germinação

Foram utilizadas 200 sementes em quatro repetições de 50 sementes, sendo o substrato utilizado, o papel de filtro tipo “germitest”, com duas folhas na base e uma na cobertura, as quais foram previamente umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em sacos plásticos e acondicionados com inclinação de 45° dentro de um germinador mantido à temperatura de 25°C constante. No décimo dia após instalação do teste foi realizada a contagem das plântulas normais, anormais e as sementes mortas, considerou-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais segundo BRASIL (2009). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais.

3.5.2. Primeira contagem de germinação

Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, de acordo com as recomendações de BRASIL (2009), com quatro repetições de 50 sementes, consistindo no total de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste.

3.5.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Foi realizado registrou-se diariamente o número de plântulas normais, com parte aérea formada, até o décimo dia de avaliação. Foi calculado pela fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$\text{IVG} = \text{PN1}/\text{N1} + \text{PN2}/\text{N2} + \dots + \text{PNn}/\text{Nn}$$

Onde: IVG= índice de velocidade de emergência.

PN1, PN2,... PNn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

3.5.4 Comprimento de plântula

Para o comprimento de plântula, quatro subamostras de 20 sementes por tratamento e repetição foram distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada na

proporção de 3 por 1 (mL de água destilada por massa do papel seco em gramas) e mantidos em um germinador a 25°C, por sete dias (NAKAGAWA, 1999). O comprimento total das plântulas consideradas normais foi determinado ao final do sétimo dia, com o auxílio de régua milimetrada (BRASIL, 2009).

3.5.5 Massa seca de plântula

Foram avaliadas as plântulas normais, selecionadas do teste de comprimento, entretanto, descartando-se os cotilédones. Em seguida, as plântulas foram levadas para secar em uma estufa com circulação forçada de ar a 80°C, até peso constante. A biomassa seca das plântulas foi obtida por meio de pesagem em uma balança analítica com precisão de 0,001 g (NAKAGAWA, 1999).

3.5.6 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o método de “gerbox”, onde as sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela metálica suspensa dentro de caixas de “gerbox”, contendo 40 mL de água destilada ao fundo. Posteriormente, as caixas foram tampadas e acomodadas em câmara BOD, a 41°C por 48h (MARCOS FILHO et al., 1999). Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação, e avaliados no quarto dia, os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.5.7 Condutividade elétrica

Foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Vieira e Krzyzanowski (1999). Utilizou-se quatro repetições de 50 sementes fisicamente puras de cada tratamento, pesadas e imersas em 75 mL de água deionizada no interior de copos de plástico, a 25°C. Após 24 horas de embebição foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução, com auxílio de condutivímetro digital, sendo os resultados médios expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.5.8 Teor de água das sementes

Foi realizado pelo método da estufa a 105°C por um período de 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas

pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os dias de armazenamento foram realizadas análise de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando o programa SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância referente as variáveis germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plantas (MSP) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja inoculadas e não inoculadas, armazenadas em ambiente controlado e não controlado estão apresentados na Tabela 1.

O resumo da análise de variância permite verificar que a interação tripla entre Tempo de armazenamento (T), Inoculação (I) e Ambiente de armazenagem (A) mostrou significância em nível de probabilidade de 1% para as variáveis CP e CE. Observa-se que houve efeito da interação entre o T e I para primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e condutividade elétrica. Já para a interação entre o tempo e os ambientes de armazenagem somente o índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e condutividade elétrica apresentaram significância (Tabela 1).

Os resultados obtidos para germinação das sementes inoculadas (SI) e não inoculadas (SN), independente do ambiente onde foram condicionadas, apresentaram comportamento linear, ou seja, houve redução dessa característica conforme estende o período de armazenagem (Figura 1).

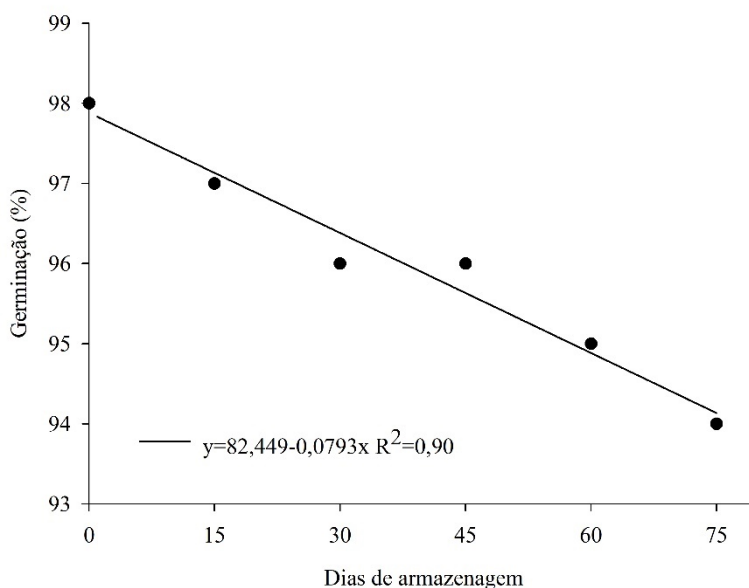


Figura 1. Germinação durante os 75 dias de armazenagem. Ipameri (GO), 2020.

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância para germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plantas (MSP) e condutividade elétrica (CE) de sementes de soja inoculadas e não inoculadas, armazenadas em ambiente controlado e não controlado, durante 75 dias de armazenamento Ipameri (GO), 2020.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios						
		G	PC	IVG	EA	CP	MSP	CE
Tempo de Armazenagem (T)	5	85,5786*	94,4260*	56,1307*	171,9836*	38,1214*	32,8304*	712,2268*
Inoculação (I)	1	3,8735 ^{ns}	22,5795 ^{ns}	8,1805*	50,52115*	18,1123*	0,2803 ^{ns}	13,2285 ^{ns}
Ambiente (A)	1	14,5266 ^{ns}	32,4273**	39,2974*	121,0788*	215,3333*	14,3334*	1840,858**
T x I	5	15,0153 ^{ns}	17,0157**	1,8389*	7,2996 ^{ns}	3,6349*	0,9578 ^{ns}	50,8106*
T x A	5	5,6747 ^{ns}	8,8311 ^{ns}	3,7876*	8,1001 ^{ns}	23,0553*	1,1432 ^{ns}	189,9222*
I x A	1	0,4297 ^{ns}	2,9464 ^{ns}	0,0319 ^{ns}	1,3145 ^{ns}	1,42994 ^{ns}	2,4411 ^{ns}	1,7758 ^{ns}
T x I x A	5	7,3155 ^{ns}	0,5164 ^{ns}	0,0876 ^{ns}	8,8355 ^{ns}	2,8124*	1,9161 ^{ns}	31,3746**
CV (%)		3,40	2,86	3,32	3,21	3,20	7,96	4,88

ns: Não significativo a 5% de probabilidade; * : Significativo a 1% de probabilidade e ** : significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. GL: Graus de liberdade.

De acordo com Donadon et al. (2015) dentre os sintomas fisiológicos mais fortemente afetados pelo processo de deterioração das sementes estão aqueles relacionados a germinação. Notou-se houve nível adequado de germinação para sementes de soja nos dois ambientes avaliados, de acordo com o valor mínimo descrito por Brasil (2009), que são valores acima de 80%.

A qualidade da soja também é influenciada pelas condições de armazenamento, enquanto combinações de temperatura e teores de água mais elevados intensificam a deterioração da semente (ALENCAR et al., 2008). Em geral, as sementes de soja, quando armazenadas em temperatura ambiente e, em armazéns convencionais, degradam suas qualidades fisiológicas dando margem a perdas consideráveis no setor sementeiro (DEMITO & AFONSO, 2009).

De acordo com Cunha et al. (2009), a deterioração pode intensificar-se com o prolongamento do período de armazenamento, mesmo em ambiente refrigerado. Uma possível explicação para esses resultados poderia ser a baixa eficiência dos inoculantes a base de *Bradyrhizobium japonicum*, na fase de germinação das sementes e na expansão da radícula, podendo ter resultados mais satisfatórios a partir do desenvolvimento da planta (ZILLI et al., 2006).

Para a interação entre tempo de armazenamento e inoculação os dados de primeira contagem de germinação se ajustaram a equações lineares (Figura 2). Independentes do ambiente onde foram condicionadas, as sementes armazenadas apresentaram perda de vigor durante os setenta e cinco dias. Quanto às sementes inoculadas a redução da germinação foi mais significativa, tanto que os valores ficaram dentro dos 91%, ao passo que as não inoculadas apresentaram 92% de germinação na primeira contagem.

ZILLI et al., (2006) a partir de trabalhos desenvolvidos relatam que a inoculação com *B. japonicum* não interferiu na germinação de sementes durante a primeira e a segunda contagem, o que mostra que essa bactéria pode ser definida como neutra para essa etapa da cultura, tendo efeito apenas a partir do desenvolvimento da planta. O que corrobora com os resultados obtidos nesse estudo.

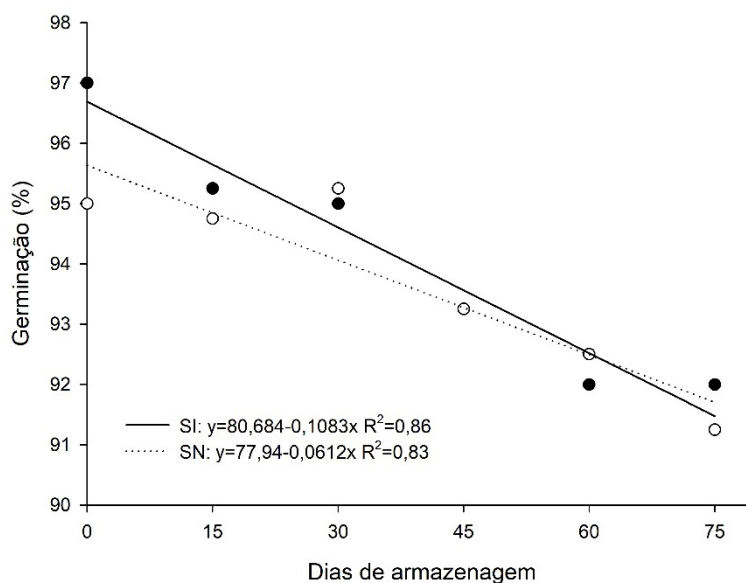


Figura 2. Germinação de sementes de soja avaliadas na primeira contagem em sementes inoculadas (SI) e sementes não inoculadas (SN), durante 75 dias de armazenagem. Ipameri (GO), 2020.

Para o IVG, houve comportamento linear decrescente na interação T x A (Figura 3 A), as médias apresentadas para as sementes em ambiente controlado foram sempre superiores às das sementes armazenadas em ambiente não controlado, sendo neste a redução mais acentuada, entretanto, tanto as sementes em ambiente controlado quanto às em ambiente não controlado, o vigor foi inversamente proporcional aos dias de armazenagem.

Para Silva e Vieira (2006), entre os testes de vigor mais conhecidos inclui-se o IVG, que é de fácil execução, uma vez que a coleta de dados é efetuada no próprio teste de germinação. O teste de velocidade de germinação considera que lotes cujas sementes germinam mais rápido, são mais vigorosos havendo relação direta entre velocidade de germinação e vigor das sementes.

Segundo Salinas et al. (2001), a qualidade das sementes diminui com o transcorrer do tempo e a taxa de deterioração depende das condições ambientais durante o armazenamento e do tempo em que permanecem armazenadas. Este decréscimo no IVG é devido à deterioração das sementes ao longo do armazenamento agravado pela temperatura e pelo teor de água em que as sementes foram armazenadas, corroborando com os resultados apresentados na Figura 3A.

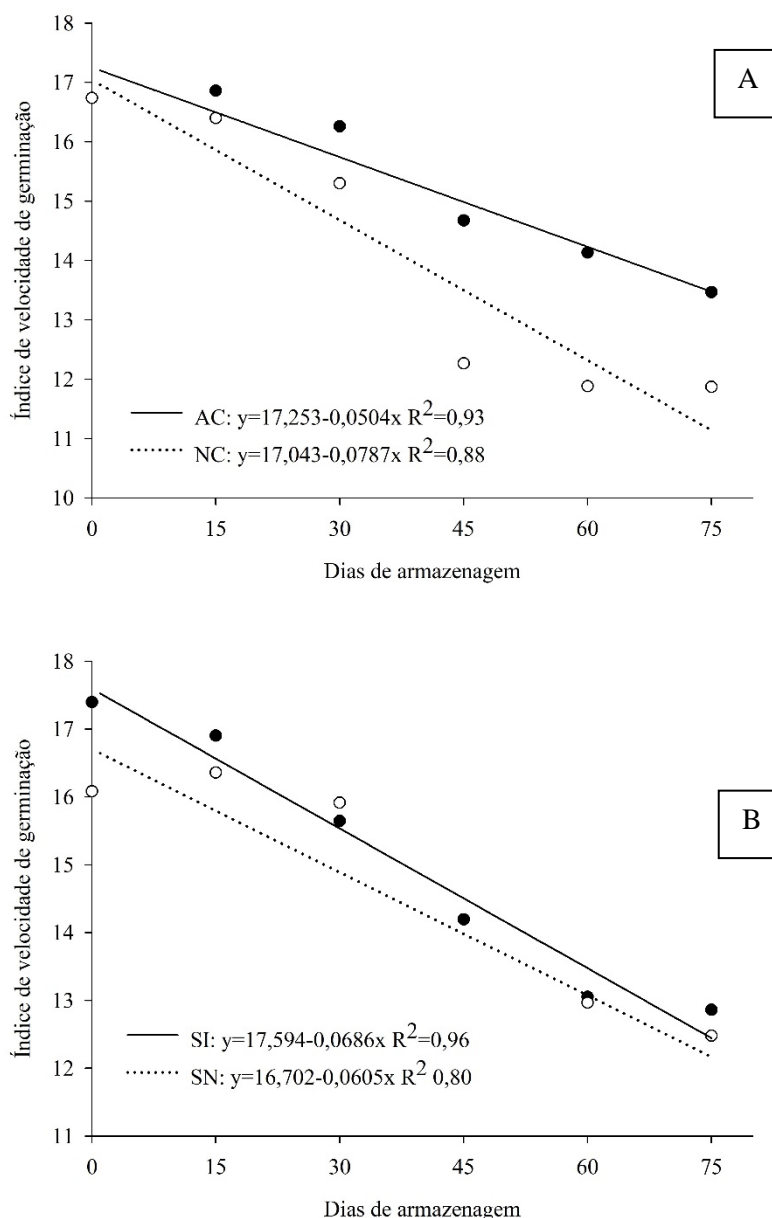


Figura 3: Índice de velocidade de germinação de sementes inoculadas (SI) e não inoculadas (SN) (A) e armazenadas em ambiente controlado (AC) e não controlado (NC) (B) durante 75 dias de armazenamento Ipameri (GO), 2020.

Apesar de não haver diferença estatística, os maiores IVG foram observados nas sementes inoculadas no período 0 dias de armazenagem, seguida pelas sementes não inoculadas no mesmo período. Estudando a germinação e o vigor de sementes tratadas, Sedyama (2012) relata a melhorias da percentagem de germinação em sementes de soja até duas semanas de armazenamento da aplicação com inoculante. Resultados opostos foram observados por Bulegon et al. (2014), onde os autores concluíram que bactérias *Bradyrhizobium japonicum* não se mostraram eficientes na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial das plântulas. Corroborando com os resultados estudo feitos por Nomura et al. (2019), que diferentes

doses de *Bradyrhizobium japonicum* não influenciaram na qualidade de sementes de soja.

Com relação ao vigor avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (EA), verificou-se diferença significativa para armazenamento (Figura 4), onde a qualidade da semente foi descreste de acordo com os dias de armazenagem, no entanto, ainda sim apresentaram valores satisfatórios aos 75 dias de condicionamento.

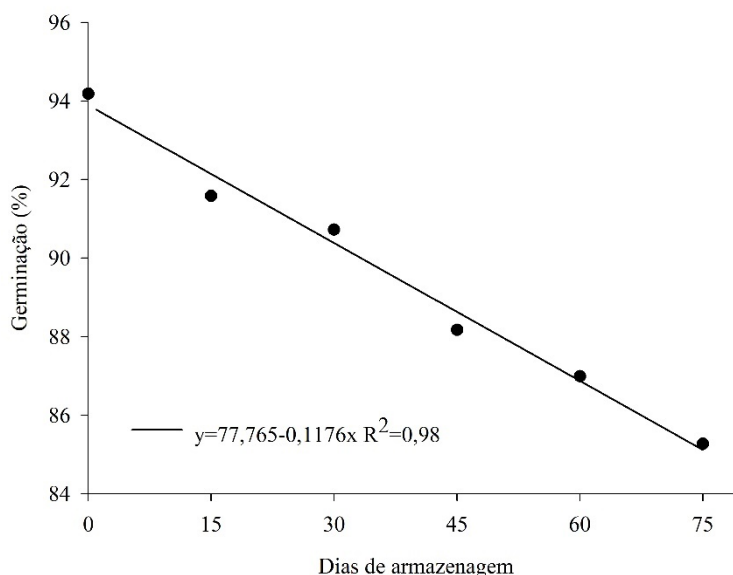


Figura 4: Germinação de sementes do teste de envelhecimento acelerado durante os 75 dias de armazenagem. Ipameri (GO), 2020.

Resultados obtidos para a porcentagem de plântulas normais após envelhecimento acelerado indicaram que nos dois ambientes de armazenamento houve redução no potencial de armazenamento com a evolução dos dias, no entanto, quando as sementes foram armazenadas em ambiente sem controle essa redução promoveu maior deterioração das sementes, como observado na Tabela 2. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Bahry et al. (2008), ao ressaltarem que fatores não controlados, relacionados principalmente as oscilações de umidade e temperatura promovem maior deterioração da semente em ambiente não controlado, afetando diretamente o vigor e a viabilidade da semente.

Para trabalhos com soja visando avaliar a qualidade fisiológica das sementes armazenadas em diferentes condições SMANIOTTO et al. (2014) verificaram que o armazém climatizado a 20°C proporciona melhores resultados em todas as características estudadas, comparando com as outras condições testadas.

Tabela 2. Valores médios de germinação do teste de envelhecimento acelerado para ambiente controlado e sem controle. Ipameri (GO), 2020.

Ambiente	Germinação (%)
Controlado	90,61 A
Sem controle	88,36 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa entre as sementes inoculadas e sementes não inoculadas (Tabela 1 e 3), no envelhecimento acelerado, cujas sementes não inoculadas foram superiores, no entanto os dois tratamentos apresentaram resultados satisfatórios, com germinação acima de 88%. Resultados semelhantes foram relatados por Garcia (2015), onde sementes inoculadas com *B. Japonicum* apresentaram vigor inferior no teste de EA, com 73% de germinação, em comparação as sementes não inoculadas, 80% de germinação.

Tabela 3. Valores médios de germinação do teste de envelhecimento acelerado para sementes inoculadas e não inoculadas. Ipameri (GO), 2020.

Inoculação	Germinação (%)
Sementes Inoculadas	88,76 B
Sementes não inoculadas	90,21 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O comprimento de plântula para esse estudo foi sensível para detectar diferença entre os ambientes de armazenamento e inoculação das sementes durante o período de armazenagem, havendo interação tripla entre TA x A x I (Figura 5). O teste mostra maior decréscimo no tamanho de plântulas para sementes condicionadas em ambiente sem com controle de temperatura, independente de inoculadas ou não, já as sementes condicionadas em ambiente sem controle sofreram menor decréscimo quanto a variável.

Segundo Rocha et al. (1996) os testes que avaliam os comprimentos de plântulas, hipocótilo e raiz baseiam-se na hipótese de que à medida que o grau de deterioração aumenta, a extensão e a velocidade de desenvolvimento inicial das células meristemáticas reduzem, no presente estudo, as condições não controladas foram mais agravantes para a deterioração das sementes.

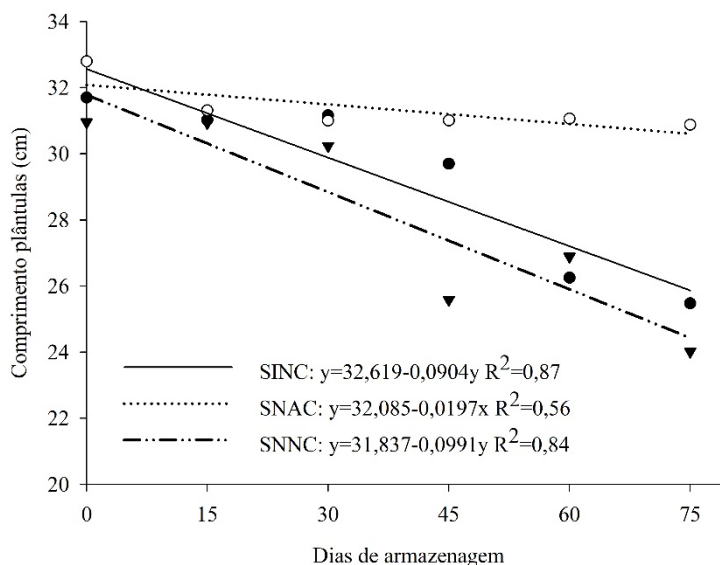


Figura 5: Comprimento de plântulas sementes inoculadas em ambiente não controlado (SINC), sementes não inoculadas em ambiente controlado (SNAC) e sementes não inoculadas em ambiente não controlado (SNNC) nos 75 dias de armazenagem. Ipameri (GO), 2020.

Os dados do presente trabalho confirmam com os resultados encontrados por Zimmer (2012) quando observou que à medida que o armazenamento avança os sinais de deterioração das sementes aparecem, resultando na redução do crescimento de plântulas, porcentagem de germinação, emergência além de aumento do número de plântulas anormais, refletindo na redução do vigor. Como crescimento radicular está associado ao processo de deterioração, a diminuição desse parâmetro ocorre segundo Oliveira et al. (2015), independente dos tratamentos agregados às sementes pois o processo de deterioração é inevitável e irreversível.

Resultados semelhantes foram observados por Bulegon et al. (2014), onde concluíram que bactérias *Bradyrhizobium japonicum* não se mostraram eficientes no desenvolvimento inicial das plântulas. Os mesmos resultados foram observados por Zuffo (2016) em estudo das bactérias *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* inoculadas de forma individual ou associadas, onde o autor não encontrou diferenças significativas entre os parâmetros agrônômicos avaliados.

As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria. Desta forma, sementes que originam plântulas normais com maior peso médio de massa seca são consideradas mais vigorosas (NAKAGAWA, 1999).

De acordo com os resultados apresentado na Tabela 4, as sementes armazenadas em

ambiente controlado tiveram peso de matéria seca de plântulas superior as armazenadas em ambiente não controlado.

Tabela 4. Valores médios de matéria seca de plântulas (MSP) para sementes armazenadas em ambiente controlado e não controlado. Ipameri, 2020.

Ambiente	Matéria seca de plântulas
Controlado	12,32 A
Não controlado	11,55 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

As amostras de sementes que originam plântulas com maiores valores de comprimento da parte aérea e peso de matéria verde ou seca, em um mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas (AOSA, 1983), sendo este parâmetro também utilizado como um dos testes de vigor. Segundo Dan et al. (1987), isto ocorre em função das sementes apresentarem maior suprimento de reservas nos tecidos de armazenamento, portanto, maior massa e maior capacidade de transformação destas reservas em substâncias incorporáveis pelo eixo embrionário. Ainda na variável MSP, o tempo de armazenagem também foi significativo, demonstrando comportamento linear decrescente durante os 75 dias do período de armazenagem (Figura 6), demonstrando a deterioração das sementes, mesmo que em diferenças baixas entre 0 e 75 dias.

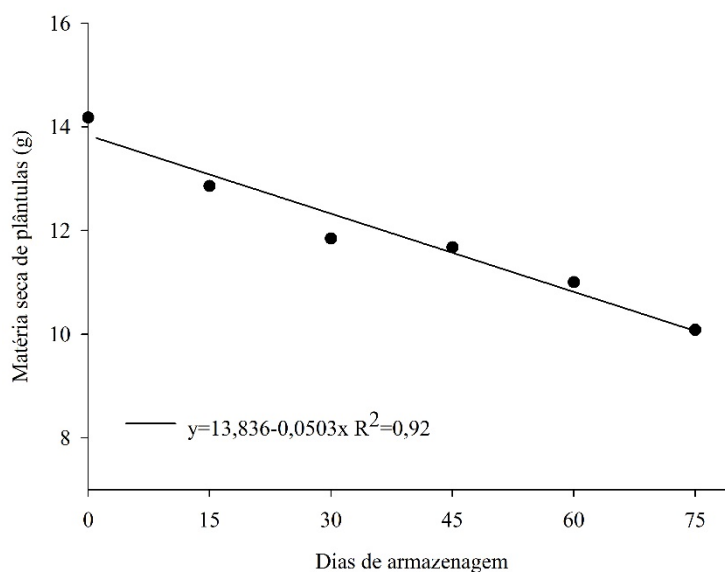


Figura 6: Peso de matéria seca de plântulas durante os 75 dias de armazenagem. Ipameri (GO), 2020.

Quanto ao teste de condutividade elétrica (CE), houve interação tripla entre os períodos de armazenagem, ambientes e inoculação (T x A x I) com ajustes para equações lineares (Figura 7). As sementes condicionadas em ambiente sem controle apresentaram maiores valores para CE em comparação as sementes condicionadas em ambientes com controle de temperatura.

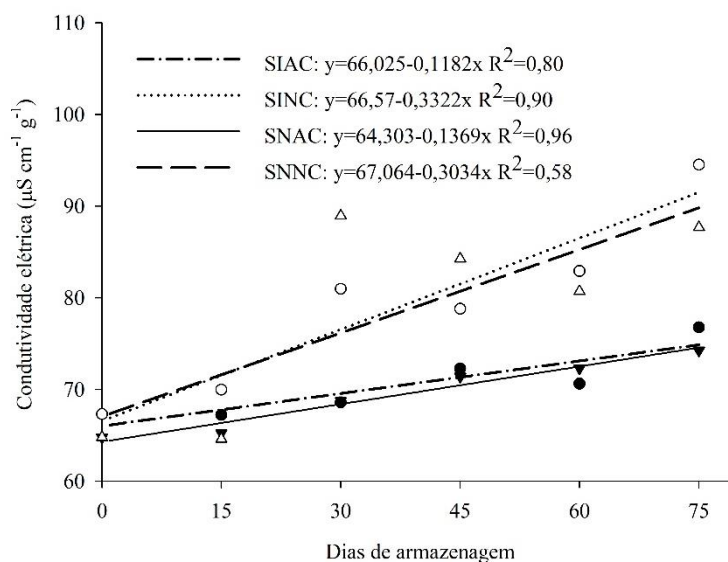


Figura 7: Condutividade elétrica para sementes inoculadas em ambiente controlado (SIAC), sementes inoculadas em ambiente não controlado (SINC), sementes não inoculadas em ambiente controlado (SNAC) e sementes não inoculadas em ambiente não controlado (SNNC) nos 75 dias de armazenagem, Ipameri (GO), 2020.

Apesar do aumento nos valores da CE, segundo Neve et al. (2016), os lotes de sementes de soja que apresentam alto vigor tem resultados de condutividade elétrica menores que $80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, ou seja, apesar da deterioração, as sementes ainda apresentam vigor satisfatório. Tais resultados são explicados pelo alto nível de vigor das sementes no início dos testes e pelo curto período de armazenagem.

Segundo Zuchi et al. (2013) as sementes de soja armazenadas em ambiente refrigerado apresentaram menores resultados na avaliação de condutividade elétrica indicando melhor organização do sistema de membrana, comparado com o armazenamento em ambiente não climatizado. O armazenamento em ambiente com temperatura controlada reduziu o processo de deterioração das sementes de soja durante o período de armazenamento, no entanto, foi observado aumentos na condutividade elétrica ao longo do tempo de armazenamento em todos os ambientes e cultivares.

Paiva Aguero (1995) verificou que a condutividade elétrica pode estimar, com alto grau de precisão, o desempenho das mesmas no campo, em sementes de soja, dependendo das

condições climáticas predominantes por ocasião da semeadura.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se com o presente trabalho que sementes inoculadas com inoculantes longa vida não se diferem de sementes não inoculadas quanto a germinação, no entanto em testes de vigor, como primeira contagem e envelhecimento acelerado, há melhora nos parâmetros avaliados.

E diante deste trabalho, foi possível concluir que quanto maior o tempo de armazenamento, maior será a redução do vigor das sementes, como também que sementes armazenadas em ambiente com temperatura controladas apresentam uma menor redução de vigor.

Para trabalhos futuros, poderão ser utilizadas outras condições e períodos de armazenamento e variações de temperatura e tratamentos fitossanitários usados nas sementes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFSHAR, R.K., LIN, R., MOHAMMED, Y.A. & CHEN, C. Agronomic effects of urease and nitrification inhibitors on ammonia volatilization and nitrogen utilization in a dryland farming system: field and laboratory investigation. **Journal of Cleaner Production**, 172(91): 4130-9, 2018.
- 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
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lasing, 1983. 88p. (AOSA. Contribution, 32).
- BAHRY, C. A.; MUNIZ, M. F.; FRANZIN, S. M.; CASAROLI, D.; GARCIA, D. C.; ANTONELLO, L. M. Influência do armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, v. 01, p. 399, 2009.
- BULEGON, L. G.; KLEIN, J.; RAMPIM, L.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; KESTRING, D. Desenvolvimento inicial de plântulas de soja inoculadas e Co-inoculadas com *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.1, p.26-37, 2014.
- CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. **Protocolo para análise da qualidade e da eficiência agrônômica de inoculantes, estirpes e outras tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas**. Anais. Londrina: Embrapa Soja, p.89-123, 2007.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590p.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crame em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.
- CHEBOTAREV, N.T., YUDIN, A.A., KONKIN, P.I. & OBLIZOV, A.V. Efficiency of using organic and mineral fertilizers in fodder crop rotation on northern soddy podzols. **Russian Agricultural Sciences**, 43(2): 162-166, 2017.
- CHAE, H.S., NOH, H.J., SONG, W.S. & CHO, H.H. Efficiency and effectiveness of vitamin C-substrate organo-mineral straight fertilizer in lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, 5, 4. 2018.
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: Ipameri. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/ipameri-43444/>>. Acesso em 30 de janeiro de 2019.
- CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, safra 2019/20, 7(4) – Quarto levantamento, Brasília. Acesso em: 10 jan. 2020 em: <http://www.conab.gov.br>

CUNHA, J. P. A. R. DA; OLIVEIRA, P. DE; SANTOS, C. M. DOS; 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.

DAN, E. L.; MELLO, V. D. C.; WETZEL, C. T.; POPINIGIS, F.; SOUZA, E. P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-55, 1987.

Donadon, J. R., Bessa, J. F. V., Resende, O., Castro, C. F. S., Alves, R. M. V., & Silveira, E. V. S. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte II - Qualidade química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 19(3), 231-237, 2015.

DEMITO, A.; AFONSO, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, p.7-14, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2014**. Londrina: **Embrapa Soja** (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 16), [s. 1.], 2013.

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

FORTI, V. A.; CICERO S. M.; PINTO T. L. F. Avaliação da evolução de danos por "umidade" e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**. vol.32 no.3 Londrina, 2010

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Londrina, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 32 p, 2016.

GARCIA, A. **Doses de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas, na produção e na qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, v.3, p.145-245, 1972.

HUNGRIA, M., NOGUEIRA, M. A., & ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, 49(7), 791-801, 2013.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

MACHADO, C.; MÜHL, F.R.; FELDMANN, N.A.; BALBINOT, M.; RHODEN, A.C. Avaliação de qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence

and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. (2015) - Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2ª ed. Piracicaba, FEALQ, 660 p.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 133-149.

MARTINS, M.R., SANT'ANNA, S.A.C., ZAMAN, M., SANTOS, R.C., MONTEIRO, R.C., ALVES, B.J.R., JANTALIA, C.P., BODDEY, R.M. & URQUIAGA, S. Strategies for the use of urease and nitrification inhibitors with urea: Impact on N₂O and NH₃ emissions, fertilizer-15N recovery and maize yield in a tropical soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 247, 54-62, 2017.

MASETTO, T. E.; GORDIN, C. R. B.; QUADROS, J. de B.; REZENDE, R. K. S.; SCALON, S. de P. Q. Armazenamento de sementes de Crambe abyssinica Hochst. ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.5, p. 646-652, 2013.

MEENA, R.S., VIJAYAKUMAR, V., YADAV, G.S. & MITRAN, T. Response and interaction of Bradyrhizobium japonicum and arbuscular mycorrhizal fungi in the soybean rhizosphere. **Plant Growth Regulation**, 84(2), 207-223, 2018.

MENDES, I. de. C; JUNIOR, F. B. R; CUNHA, M. H. **20 Perguntas e Respostas sobre fixação biológica de nitrogênio: Embrapa**. Documentos, 281, 2010.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, p. 2.1-2.21, 1999.

NEVE, J. M. et al. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 1025-1030, 2016.

OLIVEIRA, L.M.; SCHUCH, L.O.B., BRUNO, R.L.A.B., PESKE, S.T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1263-1276, 2015

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja em campo**. Jaboticabal. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 92p, 1995.

PARDO, G.; MARTÍNEZ, Y. Conservation agriculture in trouble? Estimating the economic impact of an eventual glyphosate in Spain. **Planta Daninha**, v.37, 2019.

ROCHA G.R, AMARO TR, PORTO M.V, GONÇALVES C, M.S.S DAVID E LOPES B. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias** vol.41 no.2 Lisboa, 2018.

RIZOBACTER. **RizoLiq LLI**. Disponível em < <http://www.produtosrizobacter.com.br>>. Acesso em 05 de junho de 2019.

ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.;

PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 76p. Boletim, 188, 1996.

SALINAS, A. R.; YOLDJIAN, A. M.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.371-379, 2001.

SCOLARI, T.; BONEMO, L. **Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo (Zea mays. L) armazenadas em diferentes embalagens e temperaturas**. 21 p. TCC. (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

SEDIYAMA, C. A. Z.; **Tratamento antecipado de sementes de soja com fungicida, protetor celular e inoculante**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2012.

SEI, F.B. **Novos produtos e tecnologias em inoculantes para cultura da soja no Brasil**. 2013. Acesso em: 15 dez. 2020: <https://brasilagro.wordpress.com/2013/09/30/novos-produtos-e-tecnologias-em-inoculantes-para-cultura-do-soja-no-brasil/>

SILVA, C.S.; **Vigor de sementes de soja e desempenho da cultura**. 2010. 60f. - Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, 2010.

SILVA, J. B. DA; VIERA, R. D. Avaliação do potencial fisiológica de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, p.128-134, 2006.

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

VIEIRA, 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, p. 1-26, 1999.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; CAMPO, R. J.; GIANLUPPI, V.; HUNGRIA, M.; SMIDERLE, O. J. **Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima**. Embrapa: Roraima, Comunicado Técnico, 20, 9 p. 2006.

ZIMMER, P. D. **Fundamentos da qualidade da semente**. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: UFPEL, cap. 2, p. 106-160. 2012.

ZUCHI, J.; NETO, F. J. B.; SEDIYAMA, C. S.; FILHO, L. A. F.; REIS, M. S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.353-360, 2013.

ZUFFO, A. M. **Aplicações de Azospirillum brasilense na cultura da soja**. 101 p. Tese (Doutorado e Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras 2016.