

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UNIEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DA TEMPERATURA E DE BIOAGENTES EM PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE SOJA**

Laura Rosa Maranhã

**ANÁPOLIS-GO
2020**

LAURA ROSA MARANHA

**EFEITO DA TEMPERATURA E DE BIOAGENTES EM PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fisiologia de sementes

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza

**ANÁPOLIS-GO
2020**

Maranha, Laura Rosa
Efeito da temperatura e de bioagentes em parâmetros fisiológicos de sementes de soja/
Laura Rosa Maranhã. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA,
2020.

Número de páginas: 32.

Orientador: Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis
– UniEVANGÉLICA, 2020.

1. Germinação. 2. Vigor 3. Promoção de crescimento I. Laura Rosa Maranhã. II. Efeito da
temperatura e de bioagentes em parâmetros fisiológicos de sementes de soja.

CDU 504

LAURA ROSA MARANHA

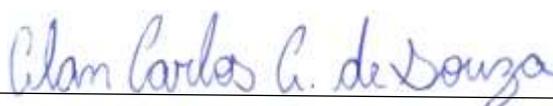
**EFEITO DA TEMPERATURA E DE BIOAGENTES EM PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE SEMENTES DE SOJA**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fisiologia de
sementes

Aprovada em: 14 de dezembro de 2020.

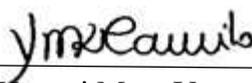
Banca examinadora



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica
Presidente



Me. Lucas José de Souza
Me. em Fitopatologia- UNB



Prof.ª. Dra. Yanuzi Mara Vargas Camilo
UniEvangélica

Dedico esse trabalho aos meus pais, aos meus familiares que me assistiram e aos amigos que fiz durante essa longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus por manter minha saúde e força para realizar esse trabalho.

Agradeço aos meus pais Maria Aparecida Rosa Maranhã e José Hernando Maranhã, pelo incentivo, apoio e amor incondicional.

Agradeço a minha irmã Maria Fernanda Rosa Maranhã por nossa parceira, amor e união.

As minhas amigas da UniEvangélica, Ana Beatriz Filipini de Souza e Larissa Moraes da Silva, pelas valiosas contribuições e bons momentos de convívio.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço aos meus professores da UniEvangélica, que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado.

Por fim, agradeço a UniEvangélica por toda sua estrutura física e de pessoal, conheci pessoas grandiosas, professores, alunos, colaboradores, que me fez acreditar que o conhecimento é algo engrandecedor e ninguém pode nos tirar.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

Henfil

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. CULTURA DA SOJA	10
2.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	11
2.3. FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO E O VIGOR DE SEMENTES.....	12
2.4. TRATAMENTO DE SEMENTES.....	13
2.5. RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO.....	14
3. MATERIAL E METÓDOS	16
3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	16
3.2. TESTE DE GERMINAÇÃO.....	16
3.3. AVALIAÇÃO DE COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS.....	17
3.4. AVALIAÇÃO DE PESO FRESCO DAS PLÂNTULAS.....	18
3.5. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	18
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
4. RESULTADOSE DISCUSSÃO	19
4.1 GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES.....	19
4.2 COMPRIMENTO E PESO FRESCO DE PLÂNTULAS.....	22
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Avaliação de germinação e vigor de sementes de soja realizada no sétimo dia após o tratamento com o produto Titan [®] em diferentes temperaturas. Teste de Tukey a 95% de significância. Goiânia- Goiás.....	19
TABELA 2 – Avaliação de comprimento e peso fresco de plântulas de soja realizada no sétimo dia após o tratamento com o produto Titan [®] em diferentes temperaturas. Teste de Tukey a 95% de significância. Goiânia- Goiás.....	22

RESUMO

A soja é produzida em todo o país, entretanto, fatores ambientais e fitossanitários podem limitar a obtenção de sementes de qualidade fisiológica e sanitária satisfatórias, que estão relacionados ao aumento do crescimento vegetal germinação, desenvolvimento e no rendimento de plantas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as condições fisiológicas da semente de soja sob diferentes temperaturas e sob a ação de bioagentes na circunstância de armazenamento. Os tratamentos consistiram em sementes não tratadas e tratadas com o produto Titan[®] sob condições de armazenamento de 15°C, 20°C, 40°C e sob temperatura ambiente. Em relação ao número de plântulas normais, destacaram-se os tratamentos a base de *Burkholderia pyrrocinia*, armazenado sob 20°C e 40°C. Em comparação à germinação de plântulas anormais o tratamento a base de *B. pyrrocinia*, armazenado sob temperatura de 40°C apresentou o melhor resultado, comparado ao mesmo tratamento sem a inoculação. Em relação ao número sementes mortas, o tratamento a base de *B. pyrrocinia*, armazenado sob 20°C, teve o melhor desempenho, relacionado ao mesmo tratamento sem inoculação. Na avaliação da germinação de sementes, os tratamentos a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas sob 20°C e 40°C, apresentaram aumento na porcentagem de germinação, quando comparados aos seus respectivos tratamentos sem inoculação. Na avaliação referente ao vigor de sementes, os tratamentos a base de *B. pyrrocinia*, sob 20°C e 40°C, apresentaram os melhores índices, comparados aos seus respectivos tratamentos sem o uso do produto comercial Titan[®]. Em relação ao comprimento da raiz, o melhor tratamento foi a base de *B. pyrrocinia*, armazenado sob 20°C. Sobre a avaliação do comprimento da parte aérea, o tratamento a base de *B. pyrrocinia*, armazenado em temperatura ambiente, apresentou um desempenho superior quando comparado ao mesmo tratamento sem o uso do produto Titan[®]. Na avaliação do peso fresco da raiz, o tratamento a base de *B. pyrrocinia*, armazenado sob 40°C apresentou o melhor resultado quando comparado ao mesmo tratamento sem a utilização do produto comercial Titan[®]. A temperatura é um fator influente no desenvolvimento fisiológico das sementes de soja juntamente com o tratamento de sementes. As temperaturas de 20°C e 40°C apresentaram melhor desempenho em relação às demais juntamente com o produto Titan[®].

Palavras-chave: Germinação, vigor, promoção de crescimento.

1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma cultura de importância mundial, sendo grandemente utilizada para a produção de rações animais, produção de óleo e outros subprodutos, além do seu consumo *in natura* que se vem estendendo nas últimas décadas (ARAÚJO, 2009). No mercado brasileiro a soja dispõe de uma grande expressão, tornando-se a principal commodity agrícola, o que fez com que o Brasil se tornasse o maior produtor do mundo, com uma produção estimada de 3.379Kg ha⁻¹, abrangendo um território cultivado de 36, 950 milhões ha. Com a revisão das safras de soja e a colheita finalizada nas principais regiões produtoras do país, a produção girou em torno de 124,8 milhões de toneladas na safra 2019/20, recorde histórico, representando um acréscimo de 4,3% em relação à última safra (CONAB, 2020).

A soja no campo pode ser prejudicada por um grande número de fatores, sendo eles bióticos e abióticos, podendo influenciar na qualidade das sementes (GOULART, 1998). Estresses climáticos e nutricionais, regularmente relacionados com perdas causadas por insetos e por microrganismos e o armazenamento irregular, são apontadas como as mais relevantes causas da danificação de sementes. A deterioração por umidade que ocorre após a maturação fisiológica é um dos fatores mais prejudiciais que lesam a qualidade da semente de soja (FRANÇA NETO et al., 2010).

Muitos microrganismos causadores de doenças em soja têm, na semente, o seu principal meio de transmissão e de introdução em novas áreas de cultivo, onde, sob condições favoráveis de ambiente, podem causar graves prejuízos à cultura. A ocorrência de condições climáticas adversas, como chuvas e altas temperaturas no decorrer das fases de maturação e colheita, aflige, além da qualidade fisiológica, a sanidade das sementes. Sendo assim, o uso de fungicidas químicos em tratamento de sementes de soja, que possibilitem grande espectro de controle, são essenciais para a diminuição de inóculo nas sementes (BARROS, 2008).

O revestimento de sementes é um método utilizado há bastante tempo, onde se baseia em um mecanismo de aplicação de materiais inertes e adesivos, visando aumentar o porte da semente, bem como modificar sua forma e textura para facilitar a semeadura direta. Também apresentam benefícios de possibilitar o uso conjunto de nutrientes, fungicidas, inseticidas, herbicidas e microrganismos benéficos (NASCIMENTO et al., 1993). Embora a utilização de tratamento químicos de sementes seja apontado como um dos métodos mais eficazes de utilização deste tipo de defensivo, resultados de pesquisas têm demonstrado que alguns

produtos, quando aplicados às sementes, podem, em algumas situações, ocasionar diminuição na germinação destas e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito de fitointoxicação, necessitando assim de novas alternativas eficientes para o tratamento de sementes (DAN et al., 2010).

Sabe-se que grande parte dos microrganismos não são patogênicos e grandes avanços foram feitos na última década com relação às interações de plantas com microrganismos benéficos, conveniente ao alargamento considerável das pesquisas referentes aos microrganismos presentes no solo, entre eles as rizobactérias (AUSTIM; BALLARÉ, 2014). A importância destes microrganismos está associada, em princípio, ao papel essencial que realizam em processos do solo que têm associação direta com a produtividade das culturas (NANDAL; HOODA, 2013). Portanto o uso de vários mecanismos de interação entre microrganismos e plantas é de grande importância, pois, além de trazer benefícios às plantas, elas também são responsáveis por não agredir o meio ambiente, sendo assim uma forma de tornar a agricultura mais sustentável (TSCHOEKE et al., 2012).

De acordo com Weaver (1972), os órgãos vegetais das plantas são modificados morfológicamente pela utilização de microrganismos benéficos, de forma que o crescimento e o desenvolvimento deles são estimulados ou inibidos, o que influencia ou modifica os processos fisiológicos, e desenvolve o controle da atividade meristemática. Os microrganismos do solo são de indispensável importância na agricultura, e são responsáveis por várias modificações químicas envolvidas no desenvolvimento de ciclagem de nutrientes para as plantas, tendo como exemplos os microrganismos amonificantes, desnitrificantes e fixadores de nitrogênio (SOTTERO, 2003). A partir do estudo sobre os trabalhos anteriores, este trabalho teve como objetivo avaliar as condições fisiológicas da semente de soja sob diferentes temperaturas e sob a ação de bioagentes na circunstância de armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CULTURA DA SOJA

A soja é considerada uma planta herbácea, da classe *Rosidaeae*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine* L., espécie *max*. As principais espécies comerciais retratam caule hispido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações. Possuem folhas trifolioladas exceto o primeiro par de folhas simples, no nó acima do nó cotiledonar. Têm flores de fecundação autógama, típicas da subfamília *Papileonoideae*, de cor branca, roxa ou intermediária (EMBRAPA, 2008).

Devido aos progressos nas pesquisas e tecnologias, pode-se especular que a espécie *Glycine max* é largamente expandida e adaptada em todo país (EMBRAPA, 2013). A soja se manifesta em nível mundial, o papel de oleaginosa mais produzida e consumida. Tal fato se explica pela importância do produto, bem como para o consumo animal, por meio do uso do farelo de soja, quanto para o consumo humano, principalmente pela utilização do óleo. O complexo da soja compreende uma cadeia produtiva que engloba desde a produção interna, voltada para a exportação do produto bruto, até a transformação do produto direcionado para a indústria esmagadora, a qual processa a soja em farelo ou óleo para a exportação ou para o consumo interno (SILVA et al., 2010).

Nos últimos 20 anos, a expansão anual da produção de soja no Brasil foi de 3,5 milhões de toneladas, o que simboliza um aumento de 13,4% a cada ano. A produção brasileira saltou na safra 1996/1997, de 26 milhões de toneladas para uma estimativa de 124,8 milhões de toneladas, na safra 2019/2020, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento. A tendência é que essa produção se expanda cada vez mais, colaborando com a economia do país (CONAB, 2020).

Estes ganhos de produção são, em grande parte, pertencentes ao uso de sementes de qualidade. A aquisição de um material de grande qualidade é correlativa a todos os estádios do sistema de produção de sementes, dado que a qualidade das sementes é assegurada pelo conjunto dos atributos fisiológicos, físicos, sanitários e genéticos, capazes de instigar um bom desempenho das sementes no campo, estande ideal e altas produtividades (MARCOS FILHO, 2005; FRANÇA NETO et al., 2010).

Ao longo de todo ciclo da cultura da soja, podem transcorrer alguns entraves que limitam o seu cultivo e diminuem a produtividade, como os ataques de várias espécies de pragas e doenças. Dentre as pragas mais frequentes na cultura da soja, podemos mencionar a

lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), lagarta helicoverpa (*Helicoverpa armigera*), os percevejos que são inúmeros gêneros, também são encontrados os gafanhotos (*Rhammatocerus schistocercoides*), grilo pardo (*Anurgyllus muticus*), mosca branca (*Bemisia tabaci* raça B), cascudinho (*Myochrous armatus*), vaquinha (*Cerotoma arcuata*), além dos ácaros como o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e os trips (*Frankliniella schultzei*) (SOSA-GÓMEZ, 2014).

Para diminuir os prejuízos causados por esses insetos, medidas de controle frequentemente são adotadas. Não se aconselha, porém, que o controle das pragas seja feito sem um critério técnico. Aconselha-se que essa tomada de decisão se fundamente no monitoramento populacional das pragas durante o ciclo da cultura. Os níveis de ação de controle para as pragas mais relevantes da soja dependem do tamanho e da densidade do inseto, do nível do dano, da fase de desenvolvimento da cultura e do destino final da produção (grãos ou sementes) (PANIZZI, 2006).

Em relação as doenças que ocorrem na cultura da soja, Henning (2009) relata a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhiz*), oídio (*Erysiphe diffusa*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), doenças de final de ciclo, como podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*), podridão de fitóftora (*Phytophthora sojae*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e antracnose (*Colletotrichum dematium* var. *truncata*). Segundo Pereira et al. (2007) os fungos de campo diminuem no decorrer do período de armazenamento, ainda assim, os fungos referidos de armazenamento, como *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Phomopsis spp.* e *Fusarium spp.*, tem seus índices expandidos. Isto acarreta que as sementes que não atendem as qualidades sanitárias podem ser utilizadas como veículo de disseminação de doenças, tendo em vista que entre os agentes motivadores de doenças em plantas, mais de 1500, encontram-se associados às sementes (EMBRAPA, 2014).

2.2. PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

Ao longo dos anos, vem se buscando incentivar a produção de soja no Brasil, por meio do aumento na área plantada e/ou rendimento por área. Nesse âmbito, é indispensável o uso de sementes de alta qualidade na implantação das lavouras. Sementes com baixo vigor podem causar diminuições na velocidade e na emergência total, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento, podendo afetar o

estabelecimento da cultura, o seu desempenho ao longo do ciclo e a produtividade final. A qualidade das sementes é assegurada através de pequenos parâmetros de germinação, pureza física e varietal, bem como sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização determinadas e fiscalizadas pelo governo, em cumprimento à Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (lei de sementes) (CONAB, 2017).

De acordo com Kolchinski et al. (2005; 2006), sementes de soja com alta qualidade fisiológica irá possibilitar plantas com maiores taxas de crescimento iniciante e capacidade metabólica, além de maior área foliar, maior produção de matéria seca e melhores rendimentos, ampliando assim as oportunidades de sucesso da lavoura. Neste sentido, há a inevitabilidade de aprofundar o conhecimento sobre a potencialidade fisiológica de sementes de soja após o tratamento químico e o armazenamento (DAN et al., 2012), e tendo em vista a semente como principal matéria-prima e eixo da produção, as características da qualidade (fisiológicos e sanitários, principalmente) precisam andar juntos. Sendo assim, o tratamento químico, além de garantir a sanidade do lote, garante todo potencial genético que este transporta, de modo que a seleção do produto e os testes de controle devem evitar riscos de danos ao potencial fisiológico das sementes (NUNES, 2016).

2.3. FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO E O VIGOR DE SEMENTES

Entre as outras causas que prejudicam a qualidade fisiológica das sementes de soja destacam-se o momento de colheita e as condições de ambiente no decorrer do período de armazenamento. De acordo com Delouche (1974), tanto o clima durante a fase final do processo de maturação como os cuidados para a colheita, são críticos para a produção de sementes de alta qualidade. A diminuição na qualidade é, geralmente, descrita pela diminuição na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2009).

A disponibilidade de água no solo também é classificada como um dos motivos mais comuns que provocam os índices de baixa germinação de sementes de soja, uma vez que intervalos de pouca chuva são constantes na época de semeadura, mas a emergência e o desenvolvimento das plântulas estão, também, na dependência de seu potencial fisiológico (MIAN; NAFZIGER, 1994; ROSSETO et al., 1997). Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é o agente de maior relevância na prevenção da danificação do grão ao longo do armazenamento. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de

microrganismos e a respiração terão seus impactos reduzidos. Segundo Carvalho; Nakagawa (2000), as sementes de maior tamanho expressam embriões bem formados, com maiores quantidades de reservas, sendo teoricamente as mais resistentes, o que aumenta a possibilidade de sucesso no estabelecimento da plântula.

Cardoso (2004) mostra a influência da temperatura e do grau de umidade na germinação de sementes de soja, quando expressas a distintas circunstâncias ambientais em determinado intervalo de tempo, e destaca que o grau de umidade da semente armazenada, que é influenciado mais excessivamente pela umidade relativa do ar e em menor condição pela temperatura, estabelece o tempo que a semente se mantém viável no armazenamento.

O teste de tetrazólio fundamenta-se na prática da avaliação da situação de cada semente particularmente. Cada semente é apontada como viável ou não viável e os tipos de danos são registrados. Moore; Smith (1956), citados por Copeland et al. (1959) e Moore (1961, 1962, 1967) estipularam um sistema de classificação para sementes de milho e de soja, onde cada semente era apontada entre as classes de 1 à 5, caso viáveis, e de 6 à 8, se não viáveis. A existência, o local e o tipo do dano, além das condições físicas das estruturas embrionárias, são utilizadas nesse sistema de classificação. Tal metodologia foi modificada e descrita em detalhes para sementes de soja por França Neto et al. (1988).

Os testes de vigor são realizados pelas empresas produtoras de sementes, no controle interno de qualidade (MARCOS FILHO, 1999). Os que se baseiam no desempenho de plântulas são também catalogados como testes fisiológicos (MCDONALD JUNIOR, 1975), visto que procuram estabelecer atividade fisiológica típica, cuja manifestação está vinculada ao vigor. Consequentemente, os testes de vigor auxiliam para o fornecimento de índices mais sensíveis do potencial fisiológico, relativamente ao teste de germinação, qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo pode servir como base para o desenvolvimento de testes de vigor (AOSA, 1983).

2.4. TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes é utilizado basicamente com a finalidade de permitir a germinação de sementes contaminadas, reduzindo a quantidade de patógenos dispersados pela semente e favorecer a proteção das sementes contra os fungos existentes no solo (HENNING, 1994). O tratamento de sementes, no geral, é a aplicação de processos e substâncias que conservem ou melhorem o desempenho das sementes, deixando que as culturas evidenciem

todo seu potencial genético. Esse tipo de tratamento contém a aplicabilidade de defensivos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, etc. ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos. Na percepção mais breve, relaciona-se à aplicação de produtos químicos eficazes contra fitopatógenos (MENTEN; MORAES, 2010).

Novos produtos para o tratamento de sementes vêm sendo disponibilizados ano a ano (BATTISTUS et al., 2013), como fungicidas, inseticidas, bioativadores, biorreguladores, bioestimulantes e polímeros, que auxiliam para aprimorar o desenvolvimento das sementes e das plântulas, tanto no aspecto fisiológico como econômico (AVELAR et al., 2011). Um dos métodos mais essenciais de tratamento de sementes empregados na cultura da soja é o de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Segundo Campo et al. (2009), a FBN tem um conceito fundamental na cultura da soja pois, pode assegurar até cerca de 95% de todo o nitrogênio (N) que é utilizado pelas plantas na lavoura e desse modo auxilia para a diminuição dos custos da produção, dado que não serão essenciais o uso de fertilizantes nitrogenados na adubação.

A partir dessa concepção, uma opção tecnológica competente de favorecer para o alargamento da produtividade agrícola, e em compensação diminuir os impactos desfavoráveis ao meio ambiente, bem como reduzir os custos de produção conveniente à menor necessidade em aplicação de insumos químicos, baseia-se no uso de microrganismos promotores de crescimento vegetal (SOTTERO, 2003; MONTALDO, 2016). Dentre estes, se sobressai o grupo das rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs), que já tiveram seu potencial analisado em várias culturas diferentes (FREITAS; VILDOSO, 2004; TEIXEIRA et al., 2005; LUCON et al., 2008; SHAHAB et al., 2009).

2.5. RIZOBACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO

No tratamento biológico, a utilização de rizobactérias tem se revelado uma opção atraente. As Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (RPCPs) são bactérias que vivem no solo, e com regularidade são isoladas da rizosfera de várias plantas cultivadas, sendo capazes de se sobressair os gêneros mais estudados: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Serratia* e *Azotobacter* (ZAADY et al., 1993; RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999; ARAÚJO, 2008). Conforme Ramamoorthy et al. (2001), as rizobactérias podem desempenhar-se como agentes de controle biológico de doenças, visto que induzem

resistência sistêmica em plantas, produzem antibióticos e sideróforos que dificultam o aumento de vários patógenos.

De acordo com Moreira e Siqueira (2006), o aproveitamento de bactérias que promovem o crescimento de plantas (BPCPs), para a melhoria da produção agrícola, será eventualmente uma das técnicas mais relevantes para a agricultura no mundo. Isso se deve à finalidade emergente para a diminuição da dependência de fertilizantes químicos e a necessidade de crescimento da agricultura sustentável. Estudos mostram que a inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio à base de *Bradyrhizobium spp.*, têm facilitado o cultivo de soja no Brasil, obtendo maior produtividade de grãos, quando relacionadas a plantios onde não realizou-se a inoculação (ALVES et al., 2003).

O crescimento vegetal pode ser elevado através de diferentes formas, dentre elas, fixação biológica de nitrogênio, síntese de hormônios e outras moléculas, controle biológico de patógenos e pela solubilização de nutrientes com decorrente aumento da oferta de fósforo biodisponível e outros oligoelementos para absorção pelas plantas (GLICK, 1995; VESSEY, 2003; ADESEMOYE et al., 2010; HUNGRIA et al., 2010; CANELLAS et al., 2015). Segundo Ahemad; Kilbret (2014), as espécies de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) têm sido mencionadas na literatura estimulando o crescimento e desenvolvimento vegetal por meio da sinalização química que intensificam o metabolismo das vias de hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas. Para Kloepper (2003) e Lucy et al. (2004), o estímulo no crescimento vegetal progredido por rizobactérias pode ser identificada e calculada uma vez que o aumento em múltiplos critérios, como na emergência e altura da parte aérea de diferentes espécies de plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E APLICAÇÃO DE TRATAMENTOS

O ensaio foi conduzido em condições de laboratório, com ambiente e temperatura controlados, em delineamento inteiramente casualizados, realizado no laboratório de análises de sementes Agrolab, em Goiânia – Goiás. O experimento foi composto por oito tratamentos e quatro repetições, sendo utilizadas sementes de soja armazenadas em diferentes temperaturas, com ou sem o tratamento com produto biológico Titan[®], composto pela rizobactéria *Burkholderia pyrrocinia*. Os tratamentos foram constituídos por: T1, sementes armazenadas em 15°C; T2, sementes armazenadas em 20°C; T3, sementes armazenadas em temperatura ambiente; T4, sementes armazenadas em 40°C; T5, sementes tratadas com Titan[®] armazenadas em 15°C; T6, tratamento com inoculação de sementes armazenada em 20°C; T7, sementes tratadas com Titan[®] armazenadas em temperatura ambiente; T8, sementes tratadas com Titan[®] armazenadas em 40°C. A temperatura ambiente adotada girou na faixa de 28 °C a 32 °C.

As sementes foram tratadas via peliculização, na dosagem de 0,5 L para 100 Kg de sementes. Para a peliculização foi utilizado um saco plástico, onde as sementes foram homogeneizadas com o produto. Após a aplicação do produto as sementes foram armazenadas nas diferentes temperaturas, em câmara de incubação BOD com UR de 60%, durante o período de sete dias, sem fotoperíodo, para que fosse induzido o efeito da temperatura sobre a mesma, conforme MAPA (2009). Após este período, as sementes foram submetidas aos diferentes testes. A cultivar de soja utilizada foi a BRASMAX Bônus IPRO.

3.2. TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes de cada repetição, pelo método de rolos de papel, em germinador com condições controladas, para manter a temperatura e umidade constante, conforme a metodologia da Regra de Análise de Sementes (RAS) (MAPA, 2009) (Figura 1). As avaliações da germinação foram feitas no oitavo dia após a semeadura em rolos de papel. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, número de plântulas normais e anormais, número de sementes duras e mortas, conforme recomendações da RAS (MAPA, 2009).



Figura 1. Tratamentos armazenados em germinador sob temperatura controlada. Goiânia-GO.

3.3. AVALIAÇÃO DE COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS

A avaliação do comprimento de plântulas foi conduzida logo após o teste de germinação, no oitavo dia após a semeadura. Sobre o papel germitest umedecido foi traçada uma linha no terço superior, na direção longitudinal, onde as sementes foram colocadas direcionando-se a micrópila para baixo. O comprimento de raiz primária e da parte aérea das plântulas consideradas normais, foi determinado com o auxílio de régua milimetrada em 10 plântulas por repetição (Figura 2). O resultado foi expresso em centímetros (MAPA, 2009).



Figura 2. Avaliação do comprimento de plântulas raiz e peso fresco. Goiânia-GO.

3.4. AVALIAÇÃO DE PESO FRESCO DAS PLÂNTULAS

A obtenção da biomassa fresca das plântulas foi realizada após a avaliação do comprimento, com o mesmo número de plântulas. As plântulas normais foram divididas em parte aéreas e radiculares, devidamente identificadas e em seguida, foi realizada a pesagem do material em balança de precisão, obtendo-se, então, o peso fresco das plântulas. Os resultados foram expressos em gramas (NAKAGAWA et al., 1999).

3.5. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, acondicionadas em caixas gerbox, onde as sementes foram distribuídas sobre uma tela suspensa no interior da caixa, contendo 40 mL de água, e posteriormente colocada em incubadora BOD, com temperatura de 40°C, por um período de 72 h. Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, avaliando somente a porcentagem de plantas germinadas, estimando o vigor conforme MAPA (2009).

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada em delineamento inteiramente casualizado e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Utilizou-se o programa estatístico SPSS versão 2.1.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES

Existem poucos relatos de trabalhos científicos sobre o efeito de bioagentes e da temperatura em sementes de soja. Observou-se diferença estatística entre os diferentes tratamentos testados. Em relação à avaliação do número de plântulas normais, o tratamento contendo sementes de soja tratadas com o produto Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenado durante sete dias em 20°C, destacou-se entre os demais, apresentando 9,75% de aumento em relação ao mesmo tratamento com a mesma temperatura, sem a aplicação do produto comercial Titan[®] (Tabela 1).

TABELA 1. Avaliação de germinação e vigor de sementes de soja realizada no sétimo dia após o tratamento com o produto Titan em diferentes temperaturas. Teste de Tukey a 95% de significância. Goiânia- Goiás.

Tratamento	Nº de Plântulas Normais	Nº de Plântulas Anormais	Nº de Sementes Duras	Nº de Sementes Mortas	Germinação (%)	Vigor (%)
15 °C	35,50 b	10,00 c	0 a	4,50 c	71 c	68,25 c
20 °C	41,00 ab	6,50 b	0 a	2,50 abc	82 ab	79,50 ab
Temp. ambiente	41,50 ab	4,50 ab	0 a	4,00 bc	83 ab	81,00 ab
40 °C	42,50 ab	5,50 ab	0 a	2,00 abc	85 ab	82,50 ab
15 °C + Titan [®]	43,50 ab	6,00 ab	0 a	1 ab	87 ab	83,75 ab
20 °C + Titan [®]	45,00 a	4,50 ab	0 a	0,50 a	90 a	87,00 a
Temp. ambiente + Titan [®]	40,00 b	6,00 ab	0 a	4,00 bc	80 b	77,50 b
40 °C + Titan [®]	44,50 a	4,00 a	0 a	1,50 abc	89 a	86,75 a
CV (%)	7,15	7,81	0	8,59	10,33	12,78

Outro tratamento que se destacou em relação à avaliação de plântulas normais foi o tratamento contendo sementes de soja tratadas com o produto comercial Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas durante sete dias a 40°C, apresentando 4,7% de aumento em relação ao tratamento com a mesma temperatura sem o tratamento com o produto comercial Titan[®] (Tabela 1). Sobre a avaliação da germinação de plântulas anormais o tratamento que teve o menor número foi o de sementes de soja tratadas com o produto Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas durante sete dias a 40°C, que apresentou 27,3% a menos no número de plântulas anormais em relação ao tratamento com a mesma temperatura sem o tratamento com o produto comercial Titan[®] (Tabela 1).

Em análise à avaliação de sementes mortas, o tratamento que teve o menor número foi o de sementes de soja tratadas com produto Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas durante sete dias a 20°C, apresentando 80% a menos de sementes mortas em relação ao mesmo tratamento sem o tratamento com o produto comercial Titan[®] (Tabela 1). Na avaliação da porcentagem de germinação de sementes, os tratamentos compostos por sementes de soja tratadas com o produto comercial Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas durante sete dias em temperaturas de 20°C e 40°C, apresentaram aumento na porcentagem de germinação de 9,75% e 4,7%, respectivamente, comparados aos seus respectivos tratamentos sem o uso do produto comercial (Tabela 1).

Em comparação à avaliação de vigor de sementes, os tratamentos atribuídos a sementes de soja tratadas com o produto Titan[®], a base de *B. pyrrocinia*, armazenadas durante sete dias em temperaturas de 20°C e 40°C, apresentaram o melhor índice de porcentagem de vigor, com 9,43% e 5,15%, respectivamente, comparados aos seus respectivos tratamentos sem o uso do produto comercial Titan[®] (Tabela 1). Não houve diferenciação estatística sobre a análise de sementes duras (Tabela 1).

A qualidade da semente é um coeficiente de grande importância para que se consiga alcançar a produtividade desejada e, o armazenamento, é uma prática indispensável que é capaz de colaborar na conservação da qualidade fisiológica da semente, tornando-se também um recurso, o qual se pode conservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). A temperatura e a umidade relativa são fatores definitivos na sucessão de perda de viabilidade de sementes no decorrer do armazenamento causando modificações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008).

De acordo com Carvalho; Nakagawa (2000), dentre os vários fatores ambientais físicos que operam na parte da germinação, a temperatura também tem sido vista como uma dos principais agentes, tanto pela porcentagem total de germinação como pela velocidade, por atingir especialmente a velocidade de absorção de água, como também atuar sobre as reações bioquímicas que definem todo o desenvolvimento, o que condiz com Perez-Garcia (2006), que relata que a temperatura afeta na velocidade das reações bioquímicas e metabólicas das sementes, as quais as reservas acumuladas no tecido de sustentação são desdobradas, transportadas e ressintetizadas na estrutura embrionária. Dessa forma, o conhecimento das temperaturas que possibilitam uma germinação rápida e homogênea em sementes de soja é grandemente útil, pois proporciona o desenvolvimento uniforme de plântulas, simplifica os

manejos culturais e ocasiona em estande uniforme do campo, possibilitando revelar o máximo potencial da semente (BISSARO, 2019).

Ao estudar a simulação do efeito da variação da temperatura ambiente na germinação de variedades de milho, Da Silva Carvalho et al. (2017) relatam que entre as temperaturas analisadas notou-se que as de 30 °C e 40 °C foram as que favoreceram melhor velocidade de geminação para as sementes de milho das variedades BRS Assum preto, BRS011 e BRS033 Asa Branca. Podendo declarar desta forma que estes níveis de temperatura apresentaram resultados positivos na ativação das etapas do processo de germinação das sementes de milho, com consequente início de formação das plântulas.

Resultados obtidos por Rodrigues et al. (2001), aos estudar variedades de soja relatam que o maior coeficiente de temperatura foi observado na cultivar mais precoce, o que indica que a taxa de desenvolvimento foi maior com o aumento da temperatura, em comparação às demais. Os efeitos da temperatura sobre o desenvolvimento e adaptação de genótipos de soja, ainda não estão claramente definidos (MAYERS et al., 1991). Geralmente, temperaturas altas aceleram o desenvolvimento, embora temperaturas muito altas possam ser superiores à temperatura ótima e o desenvolvimento ser lento (SCHÖFFEL; VOLPE, 2002).

Além de controlar patógenos importantes propagados pelas sementes, o tratamento de sementes é um método eficiente para garantir populações apropriadas de plantas, caso as condições edafoclimáticas no decorrer da sementeira sejam desfavoráveis à germinação e à rápida emergência (KRZYZANOWSKI et al., 1999). Deste modo, os inoculantes que apresentam rizobactérias promotoras do crescimento de planta (RPCPs) passaram a integrar parte das estratégias de gestão agrícola mais eficientes e sustentáveis, visto que em densidades corretas as RPCPs portam efeito biofertilizante e/ou biopesticida (MAYER et al., 2010; VEJAN et al., 2016).

Ao estudar o efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja, Moterle et al. (2011) relataram que a primeira contagem de germinação das sementes do cultivar BRS 214 mostrou resposta linear, com coeficiente angular positivo em relação às doses de bioestimulante, isto significa que a percentagem de germinação alcançada na primeira contagem aumentou proporcionalmente à dose do biorregulador aplicada. Neste caso, sugere-se que os fitormônios presentes no biorregulador possibilitaram o aumento do vigor obtido na primeira contagem de germinação, resultado de suas ações na divisão e alongamento celular.

Araujo (2008), ao avaliar a eficiência da inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão observou que o efeito da inoculação de sementes com *B. subtilis* sobre a emergência de plântulas, atestou que o algodão e a soja tiveram acréscimos na emergência de plantas realçando o tratamento de *B. subtilis* formulado com farinha de ostras. Esses resultados apontam que existe relação específica entre as estirpes de *B. subtilis* e as culturas avaliadas.

4.2. COMPRIMENTO E PESO FRESCO DE PLÂNTULAS

Notou-se diferença estatística entre os tratamentos testados. Em relação ao comprimento da raiz, o tratamento contendo sementes de soja tratadas com o produto Titan[®], a base de *Burkholderia pyrrocinia*, armazenado durante sete dias em temperatura de 20°C apresentou um melhor crescimento de raiz, com aumento de 104,6% em relação ao mesmo tratamento sem o uso do produto Titan[®] (Tabela 2).

TABELA 2. Avaliação de comprimento e peso fresco de plântulas de soja realizada no sétimo dia após o tratamento com o produto Titan em diferentes temperaturas. Teste de Tukey a 95% de significância. Goiânia- Goiás.

Tratamento	Comprimento (cm)		Peso fresco (g)	
	Raiz	Parte Aérea	Raiz	Parte Aérea
15 °C	6,40 d	7,25 ab	0,190 c	0,635 a
20 °C	8,87 cd	8,10 ab	0,173 c	0,592 a
Temperatura ambiente	10,10 cd	7,20 ab	0,194 c	0,563 a
40 °C	13,20 abc	7,85 ab	0,228 abc	0,550 a
15 °C + Titan	11,60 bcd	8,22 ab	0,201 bc	0,601 a
20 °C + Titan	18,15 a	8,90 ab	0,253 ab	0,667 a
Temperatura ambiente + Titan	11,50 bcd	10,05 a	0,223 bc	0,683 a
40 °C + Titan	16,75 ab	5,85 b	0,281 a	0,580 a
CV (%)	13,74	11,46	10,55	7,43

Ao avaliar o comprimento da parte aérea, o tratamento que se destacou foi o de sementes de soja tratadas com o produto comercial Titan[®] armazenado durante sete dias em temperatura ambiente, onde apresentou um aumento de 39,6% no comprimento da parte aérea em relação ao mesmo tratamento sem o uso do produto Titan (Tabela 2).

Dentre os tratamentos testados em relação ao peso fresco da raiz, o tratamento de sementes de soja tratadas com o produto Titan, a base de *B. pyrrocinia*, armazenado durante

sete dias em temperatura de 40°C apresentou um melhor resultado, com aumento de 23,25% no peso da raiz comparado ao mesmo tratamento sem a utilização do produto comercial Titan® (Tabela 2). Não houve diferenciação estatística significativa nos tratamentos referentes à pesagem da parte aérea dos tratamentos (Tabela 2).

Os resultados obtidos neste trabalho podem ser explicados pela propriedade apresentada pela bactéria, *B. pyrrocinia*, de produção de ácido indolacético (AIA). O AIA é um hormônio vegetal regulador de crescimento, que atua em baixas concentrações nas regiões meristemáticas das plantas, proporcionando assim, o crescimento e alongamento celular (TAIZ et al., 2017). Essa substância afeta a morfologia das raízes, aumentando o comprimento e o número de pêlos radiculares (BARBIERI et al., 1986).

Ensaio realizado por Paula (2018), mostram que os resultados obtidos apresentam que as bactérias associadas às raízes de plantas de sorgo pertencentes aos grupos biomassa e forrageiro podem contribuir para a promoção de crescimento vegetal através de diferentes mecanismos, o que mostra um provável potencial para uso biotecnológico que vise à diminuição dos custos de implementação da cultura.

Resultados obtidos por Oliveira et al. (2016) mostraram que as sementes de alto vigor, juntamente com o produto a base de *Bacillus subtilis*, apresentaram aumento no comprimento de plântula e comprimento de raiz primária de plântulas de feijoeiro. Houve contribuição dessa associação para o desenvolvimento de massa seca de plântula e massa seca de raiz primária para todas as doses estudadas, favorecendo de forma significativa o feijoeiro em estágio inicial de desenvolvimento.

Em relação ao efeito da temperatura na promoção de crescimento, segundo Ferreira et al. (2007), há bastante tempo esforços vêm sendo dirigidos, gradativamente, para a explicação das relações existentes entre o clima e a cultura da soja, onde, a temperatura pode influenciar, positivamente ou negativamente, de forma direta em todas as fases da cultura, ou seja, os processos de germinação, crescimento, floração e enchimento de grãos, bem como a respiração, fotossíntese e a absorção de água e nutrientes.

Estudos realizados por Sbrussi et al. (2014) em sementes de milho relatam que, com a elevação da temperatura, nota-se um aumento na germinação dos lotes de sementes, até aproximadamente 28 °C, diminuindo a partir dessa temperatura. Observa-se também que a taxa de acréscimo e decréscimo na germinação são menos destacadas entre as temperaturas de 22 a 34 °C, respectivamente, mostrando que a germinação das sementes se torna mais estável e homogênea entre estas temperaturas. As temperaturas altas proporcionaram maior distinção

entre os lotes de sementes de milho, comparadas com as baixas temperaturas. Segundo Mauri et al. (2010), somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar sob temperaturas máximas.

Santos et al. (2009), em estudos sobre a influência da temperatura na germinação e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus L.*), relatam que alterações na temperatura também desempenham influência sobre o crescimento das plântulas, onde foi observado efeito da temperatura no comprimento da parte aérea e raiz primária. Para a parte aérea, a regressão quadrática foi significativa, e para o crescimento da raiz primária a regressão cúbica foi significativa. Houve redução contínua de crescimento da parte aérea a partir de 30 °C; no entanto, a temperatura de 32,5 °C apresentou-se semelhante ao crescimento da parte aérea das plantas que se desenvolveram a 27,5 °C. Para a raiz, a temperatura 27,5 °C também foi aquela na qual atingiu melhor desenvolvimento.

5. CONCLUSÃO

A temperatura e o produto biológico influenciaram no desenvolvimento fisiológico das sementes de soja. A temperatura de 20°C e 40°C apresentaram aparentemente melhor desempenho em relação as demais, juntamente com o produto Titan[®], onde o mesmo promoveu um melhor desempenho nos testes realizados em comparação aos mesmos testes sem a inoculação do produto. Mais estudos precisam ser realizados para avaliar a interação de rizobactérias no tratamento de sementes visando a melhor condição de armazenamento viabilidade dos bioagentes germinação e vigor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADESEMOYE, A. O.; TORBERT, H. A.; KLOEPPER, J. W. Increased plant uptake of nitrogen from ¹⁵N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. **Applied Soil Ecology**, v. 46, n. 1, p. 54-58, 2010.
- AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. **Journal of King saud University-science**, v. 26, n. 1, p. 1-20, 2014.
- ALVES, B.JR.; BODDEY, M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and soil**, v. 252, n. 1, p. 1-9, 2003.
- ARAÚJO, F.F. de. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456-462, 2008.
- ARAÚJO, M. M. **Caracterização e seleção de linhagens de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem asiática**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- AOSA, I. Seed vigor testing handbook. **Association of Official Seed Analysts. Contribution**, v. 32, 1983.
- AUSTIN, A. T.; BALLARÉ, C. L. Plant interactions with other organisms: molecules, ecology and evolution. **New Phytologist**, v. 204, n. 2, p. 257-260, 2014.
- AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; Oliveira, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutrientes e recobertas com polímeros líquidos e em pó. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1719- 1725, 2011.
- AZEVEDO M. R.; DE GOUVEIA, J. P.; TROVÃO, D. M.; QUEIROGA, V. D.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.
- BARBIERI, P.; ZANELLI, T.; GALLI, E.; ZANELLI, G. Wheat inoculation with *Azospirillum brasilense* Sp6 and some mutants altered in nitrogen fixation and indole-3-acetic acid production. **FEMS Microbiology Letters**, v.36, p.87-90, 1986.
- BARROS, R. Doenças da cultura da soja. **Tecnologia e produção de soja e milho**, v. 2009, p. 109-122, 2008.
- BATTISTUS, A.G.; KUHN, O.J.; STANGARLIN, J.R.; HOFFMANN, M.R.B.; STÜLP, J.L.; ISTCHUK, A.N. Comportamento da cultura do trigo tratado com enraizador e bioativador de plantas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 1, p.17-29, 2013.
- BERBET, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**, 2008.
- BISSARO, C.A.; CORDEIRO, K. I. T. B.; MATIAS, G. D. S.; DEFENDI, R. O.; JORGE, L. M. D. M. Efeito da temperatura do ar de secagem no desenvolvimento de plântulas de sementes de soja. **XI Encontro Internacional de Produção Científica**, 2019.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M.; Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: Compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, v. 48, n. 1-3, p. 154-163, 2009.

CANELLAS, L. P.; SILVA, S. F.; OLK, S. C.; OLIVARES, F. L. Foliar application of plant growth-promoting bacteria and humic acid increase maize yields. **Journal of Food Agriculture & Environment**, v. 13, n. 1, p. 131-138, 2015.

CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26 n. 1, p. 15-23, 2004.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4: ed. Jaboticabal: FUNEP. 2000.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Compêndio de Estudos CONAB, Brasília**, v. 1, 2016-2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Soja, Safra2019/2020. Décimo Segundo Levantamento, setembro 2020. CONAB. Boletim Grãos Setembro. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 03 de dezembro de 2020.

COPELAND, T.G.; BRUCE, C.F.; MIDYETTE, J.W. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims. In: **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v. 49, p.134-141, 1959.

DAN, L.G.M.; DAN, H.D.A.; BARROSO, A.L.D.L.; BRACCINI, A.D.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n. 2, p. 131-139, 2010.

DAN, L. G. M.; DAN H. A.; PICCININ G. G.; RICCI T. T.; ORTIZ A. H. T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.45-51, 2012.

DA SILVA CARVALHO, J. N.; BEZERRA, J. A.; REIS, D. S.; GUIMARAES, C. C.; DOS ANJOS, I. E. Simulação do efeito da variação da temperatura ambiente na germinação de variedades de milho. **Jornal de Análise e Progresso Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 266-273, 2017.

DELOUCHE, J.C.; POTTS, H. C. **Programas de sementes: planejamento e implantação**. Brasília: Agiplan, 1974.

EMBRAPA, SOJA. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja-região central do Brasil 2013. **Londrina, Embrapa Soja, Sistemas de produção**, v. 16, p.265 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Doenças da soja**. Ano 2014 Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja> > . Acesso em: 03 out. 2019.

- FERREIRA, W.P.M.; COSTA, L.C.; SOUZA, C.D.F. Modelo de estimativa de produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em função da variabilidade da temperatura. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, MG, v.15, n.4, p.400-407, 2007.
- FRANÇA NETO, J. D. B.; KRYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; de PÁDUA, G. P. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.
- FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 1988.
- FREITAS, S. S.; VILDOSO, C. I. Rizobactérias e promoção do crescimento de plantas cítricas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 987-994, 2004.
- GLICK, Bernard R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. **Jornal Canadense de Microbiologia**, v. 41, n. 2, p. 109-117, 1995.
- GOULART, A.C. P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas: recomendações técnicas. **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1998.
- HENNING, A. A. Manejo de doenças da soja (*Glycine max* L. Merrill). **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2009.
- HENNING, A. A.; CATTELAN, A. J.; KRZYZANOWSKI, F.; FRANCA NETO, J. D. B.; COSTA, N. D. Tratamento e inoculação de sementes de soja. **Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1994.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, F. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasiliense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.
- KLOEPPER, J. W. A review of mechanisms for plant growth promotion by PGPR. In: **6th international PGPR workshop**. p. 5-10, 2003.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH L.O.B.; PESKES. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005.
- 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.
- KONG F.; CHANG, S. K. C.; LIU Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making . **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.
- KRZYZANOSWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. **ABRATES**, p. 2.1-2.24, 1999.
- LUCY, M.; REED, E.; GLICK, B. R. Applications of free living plant growth promoting rhizobacteria. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v.86, n.1, p.1-25, 2004.
- LUCON, C.M.M.; AKAMATSU, M.A.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e controle de tombamento de plântulas de pepino por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.691-697, 2008.

- MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA M. M. A. Effect of containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 469-477, 2008.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Regras para análise de sementes**. 2009.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, v. 1, p.1-21, 1999.
- MARCOS FILHO. Dormência de sementes. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. **Piracicaba: FEALQ**, p. 253-289, 2005.
- MAURI, J.; LOPES, J.; FERREIRA, A.; AMARAL, J. T.; FREITA, A. R. Germinação de semente e desenvolvimento inicial da plântula de brócolos em função de substratos e temperaturas. **Scientia Agrária**, v. 11, n. 4, p. 275-280, 2010.
- MAYER J.; SCHEID, S.; WIDMER, F.; FLIEBACH, A.; OBERHOLZER, H. R. How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate. **Applied Soil Ecology**, v. 46, p. 230-239, 2010
- MAYERS, J.D.; LAWN, R.J.; BYTH, D.E. Adaptation of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) to the dry season of the tropics. I. Genotypic and environmental effects on phenology. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 42, p. 497-515, 1991
- MCDONALD JR, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. In: Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. **The Association of Official Seed Analysts**, p. 109-139, 1975.
- MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 52-71, 2010.
- MIAN, M.A.R.; NAFZIGER, E.D. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. **Crop Science**, v.34, n.1, p.169-171, 1994.
- MOORE, R. P. Tetrazolium evaluation of the relationship between total germination and seed quality. In: Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. **Society of Commercial Seed Technologists (SCST), Association of Official Seed Analysts**, p. 127-130, 1961.
- MOORE, R.P. TZ checks your seed for quality. **Crops Soils**, v.15, n.1, p. 2-10, 1962.
- MOORE, R. P. Freeze injury to seed corn as evaluated in tetrazolium and growth tests. In: Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. **Association of Official Seed Analysts**, p. 138-140, 1967.
- MONTALDO, Y. C. **Bioprospecção e isolamento de bactérias associadas à cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com características para a promoção de crescimento vegetal**. 2016. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Alagoas.
- MOREIRA, FM d S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. **UFLA, Lavras**, 2006.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. D.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. D. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

NASCIMENTO, W.; SILVA, J.; MARTON, L. Qualidade fisiológica de sementes peletizadas de tomate durante o armazenamento. **Informativo abrates**. Londrina, v.3,n.3, p.47, 1993.

NAKAGAWA, J.; KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, v. 1, p.1-24, 1999.

NANDAL, M.; HOODA, R. Plant growth promoting rhizobacteria: A review article. **Int. J. Curr. Res**, v. 5, p. 3863-3871, 2013.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Revista Seed News**,v.20, p.26-32, 2016.

OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; MARCIANO, T. Y. F; PROENÇA, S. L.; SÁ, M. E. Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 439-448, 2016.

PANIZZI, A. R. Importância histórica e perspectivas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em soja. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2006.

PAULA, T. D. A. **Bactérias promotoras de crescimento vegetal associadas ao sorgo**. 2018. 44 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 656-665, 2007.

PÉREZ-GARCÍA, F.; GONZÁLEZ-BENITO, M. E. Seed germination of five *Helianthemum* species: Effect of temperature and presowing treatments. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 688-693, 2006.

RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRACKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop protection**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2001.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F.; DA LUZ, J.S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology advances**, v. 17, n. 4-5, p. 319-339, 1999.

ROSSETTO, C. A. V.; NOVEMBRE, A. D. L.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. D.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1-2, p.97-105, 1997.

SANTOS, G. A.; DA COSTA ZONETTI, P. < b> Influencia da Temperatura Na germinação e Desenvolvimento do Girassol (*Helianthus annus L.*). **Iniciação científica Cesumar**, v.11, n. 1, p. 23-27, 2009.

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 215-226, 2014.

SCHÖFFEL, E.R.; VOLPE, C.A. Contribuição relativa da temperatura do ar no desenvolvimento de três cultivares de soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria**, v. 10, n. 1, p. 97-104, 2002.

SHAHAB S.; AHMED N.; KHAN N.S. Indole acetic acid production and enhanced plant growth promotion by indigenous PSBs. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 11, p. 1312-1316, 2009.

SILVA, A. C.; LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. **V Encontro de Economia Catarinense**, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; ROGGIA, S. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. **Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E)**, 2014.

SOTTERO, A.N. **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. 2003. 62 F. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Ambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas, São Paulo. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **Artmed Editora**, 2017.

TEIXEIRA, D.A.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; MAFFIA, L.A.; FERREIRA, E.M. Evidências de indução de resistência sistêmica à ferrugem do eucalipto mediada por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 350–356, 2005.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOLI, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.124-133, 2009.

TSCHOEKE, B.A.P.; DE SOUZA, A. J.; DE SOUSA, J.R. Burkholderia Endofíticas de Cana-de-Açúcar: Produção de Ácido Indol Acético por Diferentes Vias Metabólicas, 2012.

VEJAN, P.; ABDULLAH, R.; KHADIRAN, T.; ISMAIL, S.; NASRULHAQ BOYCE, A. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agriculture Sustainability – A Review. **Moleculares**, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27136521>> Acesso em: 03 de dezembro de 2020.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, p. 571-586, 2003.

WEAVER, R.J. Plant growth substances in agriculture. **San Francisco: W.H. Freeman, 1972.**

ZAADY, E.; PEREVOLOTSKY, A.; OKON, Y. Promotion of plant growth by inoculum with aggregated and single cell suspensions of *Azospirillum brasilense* Cd. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 7, p. 819-823, 1993.

