



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

LARA MIRELLE SANTOS SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-
CAUPI (*Vigna unguiculata*) TRATADAS COM DIFERENTES
COMBINAÇÕES DE INOCULAÇÃO E NITROGÊNIO MINERAL**

**SETE LAGOAS - MG
2023**

LARA MIRELLE SANTOS SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI
(*Vigna unguiculata*) TRATADAS COM DIFERENTES COMBINAÇÕES
DE INOCULAÇÃO E NITROGÊNIO MINERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del Rei, *campus* Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella

**SETE LAGOAS - MG
2023**

LARA MIRELLE SANTOS SIQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI
(*Vigna unguiculata*) TRATADAS COM DIFERENTES COMBINAÇÕES
DE INOCULAÇÃO E NITROGÊNIO MINERAL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Agrônoma da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Agrônoma.

Sete Lagoas, de 19 de julho de 2023.

Banca Examinadora:

Engenheira Agrônoma Isamara Trindade Goulart Santana - UFSJ

M.Sc José Maurílio Moreira de Figueiredo Júnior - UFLA

Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella, Orientadora - UFSJ

Data da aprovação:

Se as coisas são inatingíveis... ora! Não é motivo para não querê-las...Que tristes os caminhos, se não fora a presença distante das estrelas!

Mario Quintana (Poeta brasileiro)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de aproveitar este momento para expressar minha gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho. O apoio, conhecimento e colaborações foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Agradeço sinceramente a todos, em especial a Deus pela minha vida, e por ter me ajudado a ultrapassar todas as dificuldades e obstáculos encontrados ao longo da graduação. Aos meus pais Mário e Simone e ao meu irmão Mário Júnior pelo incentivo, amor e apoio incondicional, ao meu noivo Pedro por sempre me ouvir e aconselhar, aos meus tios Clênio e Sandra por sempre se fazerem presentes e me incentivar, a todos os amigos feitos na UFSJ, as companheiras de vida e república (Laila, Lázara e Luana), e a todos os colegas que de alguma forma contribuíram com a realização do meu trabalho. Aos Professores, em especial a Prof. Nádía pela orientação e disposição durante todo o trabalho. Sua participação foi essencial e sou imensamente grata por toda contribuição.

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Material e Métodos.....	8
3. Resultados.....	10
4. Discussão.....	11
5. Conclusões.....	11
Referências Bibliográficas.....	12

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S318a Siqueira, Lara.
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO
CAUPI (*Vigna unguiculata*) TRATADAS COM DIFERENTES
COMBINAÇÕES DE INOCULAÇÃO E NITROGÊNIO MINERAL / Lara
Siqueira ; orientadora Nádia Nardely Lacerda Durães
Parrella; coorientador José Maurílio Moreira de
Figueiredo Júnior . -- Sete Lagoas, 2023.
14 p.

Trabalho de Conclusão (Graduação - Engenharia
Agrônômica) -- Universidade Federal de São João del
Rei, 2023.

1. Fitotecnia. 2. Qualidade de sementes. 3. *Vigna*
unguiculata. 4. Combinações de inoculação. 5.
Nitrogênio mineral. I. Nardely Lacerda Durães
Parrella, Nádia, orient. II. Moreira de Figueiredo
Júnior, José Maurílio, co-orient. III. Título.

Artigo preparado de acordo com as normas da Revista Research, Society And Development

RESUMO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma importante leguminosa com alto valor nutricional, agrônômico e econômico, considerada rústica, com alta variabilidade genética, sendo usada em diferentes sistemas de produção. O cultivo do feijão-caupi proporciona o incremento da fertilidade do solo a partir da simbiose entre o sistema radicular da planta com bactérias fixadoras de nitrogênio. Para *V. unguiculata* há inoculantes registrados, como *Rhizobium tropici* e *Bradyrhizobium japonicum*. A partir disso, objetivou-se avaliar a qualidade de sementes de feijão da espécie *Vigna unguiculata* após diferentes combinações entre inoculantes e aplicação de nitrogênio mineral, e a relação com a taxa de fixação biológica de nitrogênio. O ensaio foi realizado na área experimental da Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ), no campus de Sete Lagoas-MG. Os experimentos foram montados em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 combinações de inoculação e adubação mineral com ou sem nitrogênio, com 4 repetições. Para as inoculações, foram utilizados os inoculantes contendo a bactéria *Rhizobium tropici*, a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, e sua combinação. Foram analisados parâmetros de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade, peso de 1000 sementes, tetrazólio e umidade. As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros. Em seguida foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, $p < 0,05$. Os resultados indicaram que a coinoculação, combinada com a aplicação de nitrogênio mineral, pode promover atributos positivos relacionados à qualidade fisiológica das sementes de feijão. Isso, quando relacionado ao envelhecimento acelerado e a uma menor condutividade elétrica, indica maior vigor e a tolerância a ambientes extremos.

Palavras chave: *Bradyrhizobium japonicum*; Feijoeiro; Fixação biológica; *Rhizobium tropici*; Simbiose

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata*) is a significant leguminous with major nutritional, agronomic and economic value, which has high genetic variability and allows it in many different production systems. The cowpea crop provides and enhances soil fertility due to symbiosis settled between the plant's root system and nitrogen-fixing bacteria. There are inoculants registered for *V. unguiculata*, such as *Rhizobium tropici* and *Bradyrhizobium japonicum*. Therefore, this work aimed to evaluate the quality of cowpea seeds considering different combinations of inoculants with mineral nitrogen fertilization and its association with the rate of biological nitrogen fixation. The test was conducted in the Universidade Federal de São João del-Rei experimental area (UFSJ) in Sete Lagoas-MG. The experiment was carried out in a randomized block design considering eight combinations settled between inoculation and mineral fertilization, with or without nitrogen, with four replications. For inoculations, the work considered inoculants with *Rhizobium tropici*, *Bradyrhizobium japonicum*, and also their combination. The following parameters were analyzed: germination, accelerated aging, speed germination, electrical conductivity, 1000-seed weight, and humidity. The analyses were performed through SISVAR statistical program. The data were submitted to tests of homogeneity of variances and residual normality. Then, an analysis of variance was performed and means were compared using Tukey's test, $p < 0,05$. The experiment indicates that co-inoculation, once combined with nitrogen mineral fertilization, promotes positive attributes related to the physiological quality of the cowpea seeds. Once associated with the accelerated aging test and the electrical conductivity test, it indicates seeds with greater vigor and tolerance to severe environments.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*; bean plants; biological fixation; *Rhizobium tropici*; symbiosis

1. Introdução

A espécie de feijoeiro *Vigna unguiculata*, popularmente conhecido como feijão-caupi, é membro da família Fabaceae e tem o seu centro de origem no Sul da África (BOUKAR et al., 2013). Essa espécie está entre as mais importantes leguminosas amplamente cultivadas em todo mundo. Principalmente na África, América do Sul, algumas partes da Ásia e Estados Unidos (YÜRÜRDURMAZ, 2022). Nas últimas três décadas, a produção global de feijão-caupi cresceu a uma taxa média de 5%, com crescimento anual de 3,5% na área e 1,5% no rendimento, sendo que a expansão da área representou 70% do crescimento total nesse período (KEBEDE et al., 2020).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de *V. unguiculata*. Na safra 2018/2019, foram obtidas 815 mil toneladas, sendo que a região Nordeste se destaca com aproximadamente 51% da produção nacional (CONAB, 2019). A maior produção nessa região deve-se a potencialidade da espécie em se adaptar bem a áreas propensas à seca, com variedades de tipos de clima e solo e maior tolerância ao calor em comparação com outras espécies, sendo frequente no hábito alimentar das populações das regiões semiáridas (FREIRE FILHO, 2011; SPRIGGS et al., 2018).

O feijão-caupi é amplamente utilizado na alimentação humana devido às suas propriedades nutricionais. Os grãos podem ser consumidos verdes, secos e também moídos (HASHIMOTO, 2016). É considerado um importante alimento na dieta humana por possuir alto teor de proteínas e carboidratos, níveis de gordura relativamente baixo e um padrão de aminoácidos complementar ao dos grãos de cereais (JAYATHILAKE et al., 2018).

Além da sua importância na alimentação, estudos têm evidenciado outras aplicações para a espécie *V. unguiculata*. Propriedades medicinais com atividades anti-helmínticas, antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatórias e anti diabéticas (SAYEED et al., 2017), potencial forrageiro, como complemento proteico para a dieta animal (AYAN et al., 2012) e também como potencial para adubação do solo, por fixar nitrogênio através da simbiose com a bactéria *Rhizobium sp.* (SILVA et al., 2019; ELMASRY et al., 2022).

No sistema agrícola, o feijão-caupi fornece ração, forragem, feno e silagem para o gado, além de adubação verde e cobertura vegetal que mantém a produtividade dos solos. Isso se deve à sua capacidade única de fixar nitrogênio atmosférico, funcionando bem mesmo em solos pobres. A cultura também tem capacidade de supressão de ervas daninhas. Por ser uma cultura tolerante à seca e de clima quente, é uma espécie promissora de alimento e forragem em clima tropical típico de planície (KEBEDE et al., 2020).

A capacidade de crescer em um ambiente estressado e de fixar grande quantidade de nitrogênio (N) são a razão da vantagem ambiental dessa cultura. As leguminosas estão entre as possíveis soluções para a sustentabilidade da agricultura durante os tempos de mudança climática, pois minimizam o uso de fertilizantes minerais por causa da nutrição simbiótica de nitrogênio (N). Os fertilizantes orgânicos contêm níveis mais altos de nutrientes relativamente disponíveis que são essenciais principalmente para o crescimento das plantas, bem como para a melhoria do solo. Além disso, o adubo orgânico é considerado uma importante fonte de húmus, carreador de macro e microelementos, sendo também utilizado como fertilizante na produção de leguminosas, pois aumenta a atividade de microrganismos benéficos. Dentre essas leguminosas, o feijão-caupi possui alta capacidade de fixação de N, podendo aumentar a fertilidade do solo, devido à alta capacidade de fixação de N quando inoculadas com rizóbios eficazes. O feijão-caupi é capaz utilizar o nitrogênio atmosférico através da associação com bactérias no qual muitos estudos comprovam a eficiência dessa simbiose (ZILLI et al., 2011; AYALEW et al., 2022; YÜRÜRDURMAZ, 2022).

A cultura do feijão-caupi apresenta capacidade de nodular com várias espécies de bactérias do grupo rizóbio, estabelecidas ou nativas dos solos brasileiros. Entretanto, existem importantes diferenças entre as estirpes bacterianas na eficiência da fixação biológica de N₂ (ZILLI et al., 2011). A busca de rizóbios para a produção de inoculantes, geralmente envolve a caracterização de simbioses nativos de leguminosas, o que inclui a avaliação de sua real eficiência simbiótica

juntamente com estudos filogenéticos. Assim, ensaios e caracterização de simbioses rizóbios de leguminosas são os primeiros passos para a identificação e seleção de cepas para a produção de inoculantes (MBAH et al., 2022). Há inoculantes registrados para *V. unguiculata*, como bactérias *Rhizobium tropici*. Além do *R. tropici*, estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* recomendadas para a soja também tem nodulação no feijão-caupi (ZILLI et al., 2011) ambas podem ter esse efeito em outras espécies do gênero.

Como a semente é o insumo central na produção agrícola de todas as leguminosas e culturas de campo, grandes preocupações com a qualidade da semente são levantadas por todas as partes interessadas envolvidas na produção agrícola, incluindo criadores, agricultores, agências de registro de variedades e distribuidores porque a qualidade da semente é o fator chave para alta produtividade das culturas e aumento do lucro (ELMASRY et al., 2022).

A qualidade da semente é determinada pela interação entre características fisiológicas, sanitárias, genéticas e físicas que interferem diretamente no potencial de desempenho no campo e durante o armazenamento (MARCOS-FILHO, 1999). As sementes com valores elevados de germinação e vigor, livre de doenças, com alta pureza genética e física são essenciais para a cultivar expressar, em sua plenitude, todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organolépticas e da semente (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

Para avaliar a qualidade das sementes são utilizadas estratégias distintas. Testes convencionais realizados em laboratório, como por exemplo, a determinação da umidade, testes de germinação e de sanidade das sementes, permitem que se tenha um diagnóstico da sua qualidade, fornecendo informações necessárias que contribuam na estabilidade da produção (MARCOS-FILHO, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de sementes de feijão da espécie *Vigna unguiculata* após diferentes combinações entre inoculantes e aplicação de nitrogênio mineral, e a relação com a taxa de fixação biológica de nitrogênio.

2. Material e Métodos

As sementes de feijão *Vigna unguiculata* obtidas na safra anterior caracterizaram o material experimental dos testes, essas, provenientes do plantio na área experimental da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), no campus de Sete Lagoas-MG, localizada a 19°28'33.39" S, 44°11'42.29" W, de 800 m de altitude. A classificação climática da região onde ocorreu o cultivo, de acordo com Köppen, é do tipo Aw, clima tropical, com inverno seco e verão quente (MARTINS et al., 2018). A temperatura média da região é de 21,5 °C e pluviosidade média anual de 1279 mm.

O experimento foi montado em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 combinações de inoculação e adubação mineral com e sem nitrogênio, com 4 repetições (Tabela 1). A semeadura de todos o experimento foi realizada na mesma época. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 5 metros, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas, tendo a área útil de três linhas centrais.

Para as inoculações, foram utilizados os inoculantes contendo a bactéria *Rhizobium tropici* e *Bradyrhizobium japonicum*, e a combinação de ambas. A inoculação seguiu o padrão de recomendação do fabricante.

Tabela 1. Combinações de inoculações e nitrogênio mineral em feijão da espécie *Vigna unguiculata*.

Tratamentos	Inoculação	N mineral
1	Sem inoculação	Sem Nitrogênio
2	Sem inoculação	Com Nitrogênio
3	<i>R. tropici</i>	Sem Nitrogênio
4	<i>R. tropici</i>	Com Nitrogênio
5	<i>B. japonicum</i>	Sem Nitrogênio
6	<i>B. japonicum</i>	Com Nitrogênio
7	<i>R. tropici</i> + <i>B. Japonicum</i>	Sem Nitrogênio
8	<i>R. tropici</i> + <i>B. Japonicum</i>	Com Nitrogênio

Tratamento 1: testemunha sem inoculação e sem aplicação de N mineral; Tratamento 2: testemunha sem inoculação, com aplicação de N mineral; Tratamento 3: sementes inoculadas com *R. tropici* sem aplicação de N; Tratamento 4: sementes inoculadas com *R. tropici*, com aplicação de N; Tratamento 5: sementes inoculadas com *B. japonicum* sem aplicação de N; Tratamento 6: sementes inoculadas com *B. japonicum*, com aplicação de N; Tratamento 7: sementes inoculadas com a combinação de *R. tropici* e *B. japonicum* sem aplicação de N; Tratamento 8: sementes inoculadas com a combinação de *R. tropici* e *B. japonicum*, com aplicação de N.

Por ocasião da colheita, as repetições de cada um dos tratamentos foram acondicionadas em uma única parcela, sendo assim os testes para a avaliação da qualidade das sementes foram realizados seguindo um delineamento inteiramente casualizado.

Foi realizado teste de germinação para determinar o potencial máximo de germinação das sementes. Nesse teste 50 sementes foram distribuídas em papel de germinação, umedecido e mantidas em câmara tipo BOD à temperatura de 25°C. As avaliações foram feitas no quinto e oitavo dia após a semeadura de acordo com as Regras para Análise de Sementes.

Para a realização do teste de envelhecimento acelerado, as sementes foram acondicionadas sobre tela de caixas plásticas do tipo “gerbox” para envelhecimento, distribuídas em camada única contendo 40 ml de água deionizada. Em seguida, as caixas abertas foram conduzidas à câmara sob temperatura de 45°C, por 48 h, procedendo-se a leituras do teste após 5 dias.

No teste de condutividade elétrica, utilizou-se 4 repetições, contendo 25 amostras. Essas foram colocadas em recipientes contendo água destilada durante 24h. Após esse período foi obtida a condutividade da solução de embebição com o auxílio de um condutímetro.

Foram contadas 100 sementes, ao acaso, de cada um dos tratamentos em blocos, retirando oito amostras de cada. Essas foram pesadas e posteriormente calculadas as médias para a obtenção da massa de mil sementes.

Foram também realizados testes de umidade das sementes e estudos. Foram pesadas 5 gramas de sementes de cada um dos tratamentos, com 3 repetições e estas foram mantidas na estufa em temperatura de 105°C por 24 horas. Posteriormente, foram feitas as leituras.

As análises foram realizadas por meio do programa computacional R usando o pacote ExpDes.pt. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros. Em seguida foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. Resultados

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para umidade (UMD), condutividade elétrica (COND), peso de 1000 grãos (P1000), germinação (GER) e envelhecimento (ENV) após diferentes combinações de inoculantes com e sem adubação nitrogenada.

FV	UMD		COND		P1000		GER		ENV	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Tratamentos	7	1.49**	7	0.08*	7	0.63**	7	42.29ns	7	120.04***
Erro	13	0,22	23	0,03	56	0,15	24	25,67	20	18,729
Total	20	-	30	-	63	-	31	-	27	-
CV(%)	4,43		3,2		1,89		5,93		14,16	
Média Geral	10,63		5,12		20,48		85,5		29,09	

A tabela 2 apresenta os dados referentes aos ensaios de qualidade de sementes de feijão-caupi provenientes de um cultivo em que houve 8 combinações entre inoculação de microrganismos benéficos à nodulação e fixação biológica de nitrogênio, e, adubação mineral de nitrogênio. A porcentagem de germinação não diferiu significativamente entre os tratamentos, porém, nota-se um incremento na taxa de germinação de sementes provenientes de plantas as quais foram cultivadas a partir da inoculação com *R. tropici* e com um manejo de adubação de N (tratamento 4).

Tabela 3. Germinação, umidade, condutividade elétrica, peso de 1000 sementes e envelhecimento acelerado em sementes oriundas de plantas de feijão da espécie *Vigna unguiculata* após diferentes combinações de inoculantes com e sem adubação nitrogenada.

Tratamento	GRM (%)	UM (%)	COND ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	P1000 (g)	EA (%)
1	89,0 a	9,36 c	5,14 ab	20,75 a	33,7 ab
2	81,5 a	11,32 ab	4,86 a	20,60 a	34,0 ab
3	81,5 a	10,67 abc	5,31 b	20,61 a	28,8 b
4	90,5 a	10,02 bc	5,03 ab	20,33 ab	26,7 b
5	85,0 a	12,01 a	5,22 ab	20,35 ab	24,3 b
6	87,0 a	10,96 ab	5,11 ab	20,62 a	24,5 b
7	85,5 a	10,44 bc	5,23 ab	20,66 a	34,0 ab
8	84,0 a	10,17 bc	5,05 ab	19,89 b	40,3 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Tratamento 1: testemunha sem inoculação e sem aplicação de N mineral; Tratamento 2: testemunha sem inoculação, com aplicação de N mineral; Tratamento 3: sementes inoculadas com *R. tropici* sem aplicação de N; Tratamento 4: sementes inoculadas com *R. tropici*, com aplicação de N; Tratamento 5: sementes inoculadas com *B. japonicum* sem aplicação de N; Tratamento 6: sementes inoculadas com *B. japonicum*, com aplicação de N; Tratamento 7: sementes inoculadas com a combinação de *R. tropici* e *B. japonicum* sem aplicação de N; Tratamento 8: sementes inoculadas com a combinação de *R. tropici* e *B. japonicum*, com aplicação de N.

A maior taxa de umidade observada foi para o tratamento 5 (combinação entre *B. japonicum* e sem aplicação de N) e a menor taxa para o tratamento 1 (testemunha sem inoculação com bactérias, e sem aplicação de N mineral), as quais, ambas, diferiram significativamente. Observa-se que o teor de umidade apresentou uma variação entre 9 a 12%.

Para condutividade elétrica, observa-se uma diferença significativa entre o tratamento 2 no qual houve aplicação de N mineral e a não houve inoculação, e o tratamento 3, onde houve a inoculação com *R. tropici* e sem adubação de N mineral. O tratamento 2 apresentou melhor aspecto, uma vez que atingiu menores valores para condutividade elétrica.

4. Discussão

A qualidade fisiológica da semente é, principalmente, relacionável com seu desempenho funcional, sendo esse caracterizado pela longevidade, germinação e vigor. Segundo SÁ. (1994), o aspecto nutricional de uma planta afeta diretamente o tamanho, massa, e viabilidade das sementes produzidas, e, como observado por BARBOSA et al., (2011) há valores crescentes na taxa de germinação conforme aplicações de até 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os dados para germinação na tabela 2 exemplificam, ainda que não significativos, que houve maiores taxas de germinação nos tratamentos (4 e 6) em que se considerou aplicações de N mineral.

Somente os dados apresentados para teor de umidade que permaneceram na faixa de 11 a 13% são considerados satisfatórios (tratamentos 2 e 5) uma vez que é uma faixa de umidade ideal para a minimização da deterioração das sementes por respiração (BRAGANTINI, 2005).

O teste de condutividade elétrica baseia-se na observação da capacidade de reorganização e manutenção das membranas durante o processo de embebição das sementes, uma vez que se tem a relação entre maior restabelecimento e integridade das membranas com uma menor liberação de eletrólitos na solução e, assim, um maior vigor potencial. Dessa forma, uma baixa condutividade elétrica sugere alta qualidade e vigor da semente, e, para uma alta condutividade, há uma maior lixiviação de eletrólitos para a solução (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Os resultados presentes nesse trabalho permitem observar que os tratamentos em que houveram a aplicação de N mineral obtiveram valores menores de condutividade elétrica, ou seja, as sementes para esses tratamentos apresentaram maior vigor. Esse resultado é, também, observado por PENHA et al. (2020) que observou uma redução na leitura de condutividade elétrica em função da aplicação e aumento de doses de N.

Observa-se que para peso de mil sementes, há diferença significativa entre testemunha e o tratamento 8 (sementes inoculadas com a combinação de *R. tropici* e *B. japonicum*, com aplicação de N), em que a testemunha apresentou maiores valores para mil sementes. Porém os resultados não se mostram consistentes uma vez que o peso de mil sementes, apesar de variar em função das condições ambientais e manejo as quais a cultura é submetida, se caracteriza, também, como um valor característico de cada cultivar (SILVA et al., 2011).

Ao submeter as sementes ao teste de envelhecimento acelerado, observou-se uma relação entre o potencial de germinação e a aplicação de nitrogênio, combinado com a inoculação, apresentando o melhor resultado quando utilizado duas cepas na inoculação (*R. tropici* com *B. japonicum*), apresentando um percentual de ganho de resistência de 16,4% em relação a primeira testemunha (tratamento 1) e, ainda, 16% em relação a segunda testemunha (tratamento 2) onde houve aplicação de N mineral, levando a indícios que a presença de nitrogênio, potencializada com a coinoculação promoveram atributos positivos ao final do teste. Segundo HUNGRIA e NOGUEIRA, (2022) e CASSÁN et al., (2020), a técnica de coinoculação é usada corriqueiramente visando incrementar qualidade e produtividade na safra, uma vez que, a inoculação com *Rhizobium*, com seu mecanismo de ação atuando na produção de fitormônios, promovendo o crescimento radicular, amplia a capacidade do *Bradyrhizobium* em colonizar as raízes, promovendo a nodulação e a fixação de nitrogênio.

5. Conclusões

Esses resultados sugerem que a coinoculação, combinada com a aplicação de nitrogênio mineral, pode promover atributos positivos relacionados à qualidade fisiológica das sementes de feijão, quando submetidas ao teste de Envelhecimento Acelerado, indicando assim, a produção de sementes com maior vigor e a tolerância a ambientes extremos.

Os tratamentos com aplicação de nitrogênio mineral apresentaram sementes com menor condutividade elétrica, indicando maior vigor.

Referências Bibliográficas

- AYALEW, TEWODROS; YOSEPH, TAREKEGN. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.): A choice crop for sustainability during the climate change periods. **Journal of Applied Biology and Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 1-6, 2022.
- BARBOSA, Rafael Marani et al. Nitrogênio na produção e qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 470-474, 2011.
- BOUKAR, O.; BHATTACHARJEE, R.; FATOKUN, C.; KUMAR, P.L.; GUEYE, B. Cowpea. In MOHAR, S.; UPADHYAGA, H.D.; BISHT, I.S. (eds). **Genetic and genomic resources of grain legume improvement**. Elsevier: Amsterdam. 2013. p.137-156.
- BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de Feijão**. Santo Antônio de Goiás, GO. Embrapa Arroz e Feijão, 2005.
- CASSÁN, Fabricio et al. **Everything you must know about Azospirillum and its impact on agriculture and beyond**. Biology and Fertility of Soils, Switzerland, v. 56, p. 461-479, may. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01463-y>. Acesso em: 25 outubro 2021.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos (2018/2019)**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historicadas-safras>. Acesso em: 28 de jun. de 2023
- Cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, p. 404-412, 2011.
- ELMASRY, GAMAL et al. Multichannel imaging for monitoring chemical composition and germination capacity of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during development and maturation. **The Crop Journal**, v. 10, n. 5, p. 1399-1411, 2022.
- FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p.
- FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.
- HASHIMOTO, J.M. **Tendências e inovações no desenvolvimento de produtos e ingredientes alimentícios utilizando grãos de feijão-caupi**. In: Feijão-caupi: avanços e desafios tecnológicos e de mercados: resumos, Brasília, DF: Embrapa, 2016. 269p.
- HUNGRIA, Mariangela; NOGUEIRA, Marco Antonio. **Fixação biológica do nitrogênio**. 2022.
- JAYATHILAKE, C.; VISVANATHAN, R.; DEEN, A.; BANGAMUWAGE, R.; JAYAWARDANA, B.C.; NAMMI, S.; LIYANAGE, R. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.98, n.13, p.4793-4806, 2018.

- KEBEDE, ERANA; BEKEKO, ZELALEM. **Expounding the production and importance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia.** *Cogent Food & Agriculture*, v. 6, n. 1, p. 1769805, 2020.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNINHG, A.A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Circular Técnica 136, Embrapa, 2018. 24p.
- MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, v.72, n.4, p.363-374, 2015.
- MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.
- MBAH, GLORY CHINONYE et al. Phylogenetic Relationship, Symbiotic Effectiveness, and Biochemical Traits of Native Rhizobial Symbionts of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) in South African Soil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-20, 2022.
- PENHA, Caroline Boaventura Nascimento et al. QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI EM FUNÇÃO DA INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA. **Semana de Agronomia da UESB (SEAGRUS)-ISSN 2526-8406**, v. 2, n. 1, 2020.
- SAYEED, I.V.K.; SATISH, S.; KUMAR, A.; HEGDE, K. Pharmacological activities of *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: a review. **International Journal of Pharma and Chemical Research**, v.3, n.1, p.44-49, 2017.
- Silva, A. F. D. et al. **Doses de Inoculante e Nitrogênio na Semeadura da Soja em Área de Primeiro**
- SILVA, ALEXANDRE C.; SANTOS, D.C.; TEIXEIRA JUNIOR, D.L.; SILVA, P.B.; SANTOS, R.C.; SIVIERO, A. Cowpea: a strategic legume species for food security and health. In: **Legume Seed Nutraceutical Research**, v.1, n.1, p. 47-65, 2019.
- SPRIGGS, A.; HENDERSON, S.; HAND, M.; JOHNSON, S.; TAYLOR, J.; KOLTUNOW, A. Assembled genomic and tissue-specific transcriptomic data resources for two genetically distinct lines of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Gates Open Research**, n.2, v.7, p.1- 13, 2018.
- TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 02, p. 124-133, 2009.
- 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, 1999. cap.4, p.4.1-4.26.
- YÜRÜRDURMAZ, CENGİZ. Impact of Different Fertilizer Forms on Yield Components and Macro–Micronutrient Contents of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Sustainability*, v. 14, n. 19, p. 12753, 2022.
- ZILLI, JERRI ÉDSON et al. Resposta do feijão-caupi à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para a soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 739-742, 2011

