

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DOUGLAS GALMACCI CARDOSO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO TRATADAS
COM ZINCO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2020

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

DOUGLAS GALMACCI CARDOSO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO TRATADAS
COM ZINCO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO
2020**

DOUGLAS GALMACCI CARDOSO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO TRATADAS
COM ZINCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues

PATO BRANCO

2020

Cardoso, Douglas Galmacci
Qualidade fisiológica de sementes de feijão tratadas com zinco /
Douglas Galmacci Cardoso.
Pato Branco. UTFPR, 2020
35 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2020.

Bibliografia: f. 29 – 33

1. Agronomia. 2. Feijão. 3. Osmocondicionamento. 4. Sementes. 5. Zinco. I. Contreiras Rodrigues, Adriana Paula D'Agostini, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO TRATADAS COM ZINCO

Por

DOUGLAS GALMACCI CARDOSO

Monografia defendida em sessão pública às 09 horas 00 min. do dia 08 de dezembro de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos Membros abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua forma final, pela Coordenação do Curso de Agronomia foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Eng.^a Agrônoma. M.Sc. Izabella Chrispim Colognese

Eng.^a Agrônoma. Jhennifer Lais Semler - Laboratório Seedtes

Prof^a. Dr^a. Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues - UTFPR *Campus* Pato Branco - Orientador

Prof. Dr. Jorge Jamhour - Professor responsável TCC 2

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados no SEI-UTFPR da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus* Pato Branco, após a entrega da versão corrigida do trabalho, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

RESUMO

CARDOSO, Douglas Galmacci. Qualidade fisiológica de sementes de feijão tratadas com zinco. 35 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica, sendo a principal fonte de nutrientes para a alimentação humana, muito importante para um bom funcionamento do organismo. Cultura bastante difundida em todo o território nacional, abrange tanto as grandes, como as pequenas propriedades, auxiliando em todos os níveis da economia. Este presente trabalho tem como justificativa, uma possível melhoria na qualidade das sementes com aplicação do micronutriente zinco, com consequente melhoria na produção em campo e maior resistência a fatores externos. Objetiva-se neste trabalho, avaliar a germinação da cultura, através da avaliação inicial de plântulas, e analisar e viabilizar a técnica de condicionamento osmótico com o micronutriente em questão, promovendo uma maior estruturação das membranas celulares. O experimento foi realizado no laboratório de sementes da UTFPR – Câmpus Pato Branco, no qual foram utilizadas sementes da variedade ANFc 9, foram analisados 4 lotes de sementes de feijão com 4 repetições com delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde foram feitas as seguintes avaliações: Avaliação do Potencial Osmótico; Teste de Envelhecimento Acelerado; Teste de Germinação; IVG e VG; e Condutividade Elétrica. Posteriormente os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro, e quando verificado significância, estes foram submetidos a análise de regressão polinomial. O tratamento de semente osmocondicionadas com zinco, aumenta a condutividade elétrica das mesmas, afirmando uma melhor integridade das membranas, menor deterioração das sementes e maior vigor. Para os testes de germinação, IVG e VG altas doses de zinco afetam negativamente o desenvolvimento das sementes, diminuindo a emergência das mesmas.

Palavras-chave: Feijão. Osmocondicionamento. Sementes. Zinco.

ABSTRACT

CARDOSO, Douglas Galmacci. Physiological quality of beans seeds treated with zinc. 35 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a legume of great socioeconomic importance, being the main source of nutrients for human food, very important for a good functioning of the organism. Culture widespread throughout the national territory, encompasses both large and small properties, assisting at all levels of the economy. This work has as justification, a possible improvement in the quality of the seeds with the application of the micronutrient zinc, with consequent improvement in the production in the field and greater resistance to external factors. The objective of this work is to evaluate the germination of the culture, through the initial evaluation of seedlings, and to analyze and make possible the technique of osmotic conditioning with the micronutrient in question, promoting a greater structuring of cell membranes. The experiment was carried out in the UTFPR seed laboratory - Câmpus Pato Branco, in which seeds of the ANFc 9 variety were used, 4 batches of bean seeds were analyzed with 4 repetitions with a completely randomized design (DIC), where the following evaluations were made: Evaluation of Osmotic Potential; Accelerated Aging Test; Germination test; IVG and VG; and Electrical Conductivity. Subsequently, the data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) at 5% probability of error, and when verified significance, these were subjected to polynomial regression analysis. The treatment of seed osmocondicionadas with zinc, increases their electrical conductivity, affirming a better integrity of the membranes, less deterioration of the seeds and greater vigor. For germination tests, IVG and VG high doses of zinc negatively affect seed development, reducing seed emergence.

Keywords: Bean. Osmoconditioning. Seeds. Zinc.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Germinação (A) e Envelhecimento Acelerado (B) de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg⁻¹ de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020..... 23
- Figura 2** - Condutividade elétrica (CE – $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg⁻¹ de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.. 25
- Figura 3** – Índice de Velocidade de Germinação (A) e Velocidade de Germinação (B – dias), de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg⁻¹ de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.....26

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	Companhia nacional de abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
ANOVA	Análise de variância
CE	Condutividade elétrica
cm	Centímetros
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
g	Gramas
h	Horas
IVG	Índice de velocidade de germinação
Kg	Kilograma
mL	Mililitro
TEA	Teste de envelhecimento acelerado
VG	Velocidade de germinação

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus celsius
Zn	Zinco
μ	Micrômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 GERAL.....	13
2.2 ESPECÍFICOS.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1 ORIGEM, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO FEIJOEIRO.....	14
3.2 SISTEMA DE CULTIVO DO FEIJOEIRO.....	15
3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO.....	16
3.4 IMPORTÂNCIA DOS NUTRIENTES NA MANUTENÇÃO DE PLANTAS.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
4.2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL OSMÓTICO.....	20
4.2.1 Teste de germinação (TG).....	20
4.2.2 Índice de velocidade de germinação (IVG) e velocidade de germinação (VG).....	21
4.2.3 Teste de envelhecimento acelerado (TEA).....	22
4.2.4 Condutividade elétrica (CE).....	22
4.3 ANÁLISE DE DADOS.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
6 CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é caracterizado por ser uma leguminosa consumida em grandes quantidades a nível global, sendo uma abundante fonte de proteínas, minerais, vitaminas e fibras (DEL PINO; LAJOLO, 2003), fornecendo cerca de 10 a 20% dos nutrientes que uma pessoa adulta necessita, com um teor de proteína de 20 a 25%, embora existam cultivares acima de 30% (BASSINELO, 2001), constituindo um valioso complemento de cereais, principalmente em locais no qual a população tem limitado acesso à proteína animal (SERRANO; GOÑI, 2004). No Brasil, essa cultura é de extrema importância por ser a fonte de proteína mais consumida por populações carentes (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2008).

Segundo dados da FAO 2017, a Índia, Mianmar, Brasil e Estados Unidos foram responsáveis por cerca de 51% da produção total mundial da cultura, sendo contabilizados entre 2010 e 2014 o montante de 23,9 milhões de toneladas. De acordo com a Conab, a produção nacional de feijão da safra 2016/2017 foi de 3,4 milhões de toneladas, sendo a região sul a principal produtora de feijão do país com 27,7% do total, tendo como destaque o estado do Paraná que é responsável por 20,9% da produção. Nesse cenário, cultivares melhoradas de feijoeiro comum, com alta eficiência na produtividade, ampla adaptação e baixa sensibilidade aos estresses bióticos e abióticos, retratam uma das mais significativas contribuições ao alto rendimento do setor produtivo (SILVA; DEL PELOSO, 2006).

Utilizar sementes de qualidade é de suma importância para a obtenção de um cultivo homogêneo a campo e conseqüentemente uma alta produtividade, sendo que esta se define por fatores físicos, genéticos, sanitários e fisiológicos, fatores caracterizados pela cultivar ou obtidos através de um processo de melhoramento genético (MENTEN *et al.*, 2006).

A disponibilidade dos nutrientes para a cultura tem influência na formação do embrião e dos cotilédones, tendo resultados eficazes sobre o vigor e a qualidade fisiológica das sementes (TEIXEIRA *et al.*, 2005). O papel dos nutrientes é fundamental principalmente durante as fases de formação, desenvolvimento e maturação das sementes, sobretudo na constituição das membranas e acúmulo de

lipídios, proteínas e carboidratos (SÁ, 1994). Dentre os nutrientes, o nitrogênio é o mais exigido pelo feijão, não sendo capaz de se obter em quantidades significativas por meio de fixação biológica (FAGERIA *et al.*, 2005).

O zinco destaca-se por participar dos processos metabólicos e atua na preservação da orientação estrutural das macromoléculas das membranas celulares para a manutenção da integridade destas e do funcionamento do transporte de íons através das membranas (HAFEEZ *et al.*, 2013). Pela função de atuar na manutenção da estrutura, integridade da membrana e de controlar sua permeabilidade, o zinco pode também proteger a planta contra vários patógenos (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). É provável que o tratamento de sementes com zinco consiga promover um aumento na germinação e crescimento inicial das plântulas, pois a atividade enzimática e o bom funcionamento das membranas celulares são indispensáveis para a germinação, visto que interferem na síntese e degradação de compostos durante a mobilização das reservas, assim como, na expansão, divisão e crescimento celular, que ocorrem durante a germinação (NONOGAKI *et al.*, 2010). A deficiência de zinco, pode ocasionar uma redução na atividade metabólica devido à demanda em processos fisiológicos, como componentes de enzimas essenciais e também comprometer a manutenção estrutural e a integridade funcional das membranas (RÖMHELD; MARSCHNER, 1991).

Visando uma melhoria na qualidade de sementes, pode ser usada a técnica do condicionamento osmótico, que consiste na embebição controlada das sementes que permite a ativação dos processos metabólicos da germinação, evitando a emissão da raiz primária, propiciando uniformização e melhor desempenho das plantas em campo (CASTRO; HILHORST, 2004).

Objetiva-se no presente trabalho analisar a influência do tratamento de sementes osmocondicionadas com zinco na qualidade fisiológica da semente de feijão da cultivar ANFc 9, visando uma melhor estruturação da membrana celular diante de diferentes doses.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a influência do tratamento de sementes osmocondicionadas com zinco na qualidade fisiológica da semente de feijão da cultivar ANFc 9.

2.2 ESPECÍFICOS

Viabilizar a técnica de condicionamento osmótico para tratamento de sementes com o micronutriente zinco em sementes de feijão da cultivar, com o intuito de promover uma maior estruturação das membranas celulares;

Avaliar se o tratamento das sementes de feijão da cultivar com zinco promoveu melhor estruturação das membranas celulares;

Avaliar o desempenho inicial da cultura, através da avaliação inicial de plântulas;

Avaliar se o tratamento das sementes de feijão da cultivar com zinco promoveu melhor desempenho inicial da cultura.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ORIGEM, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO FEIJOEIRO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta leguminosa herbácea, com ciclo em torno de 95 dias, variando para cada cultivar. Conhecida por ser muito dependente das condições meteorológicas na qual é cultivada para uma boa produção, sendo o deficit hídrico um dos principais fatores limitantes para um bom desenvolvimento e uma alta produtividade (LOPES *et al.*, 1986).

Existem algumas hipóteses para a origem e domesticação do feijão onde é provável que tenha sido domesticada na região Mesoamericana, sendo logo após disseminada para a América do Sul. Porém, achados arqueológicos mais antigos, por volta de 10.000 a.C , trazem fortes evidências que o feijoeiro tenha sido domesticado na América do Sul e transportado para América do Norte (FREITAS, 2006).

O feijão vai além da relevância no aspecto econômico, tornando-se um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, tendo ainda uma grande importância na culinária de diversos países e culturas. É reconhecido como uma excelente fonte proteica, possuindo alto conteúdo de carboidratos e ferro (VIEIRA, 2006). É um alimento básico para os brasileiros, sendo tradicionalmente consumidos na forma in natura independente da classe social, porém sua importância é reforçada para as classes de renda mais baixa, pois representa uma boa e barata fonte de proteínas, minerais, vitaminas e fibras (EMBRAPA, 2012).

Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia são os maiores produtores mundiais de feijão, sendo responsáveis por 15,8 milhões de toneladas, quase 60% do total da produção mundial (FAOSTAT, 2017). Nos países mais desenvolvidos, o consumo é pequeno, e o fato dos grandes produtores mundiais também serem os maiores consumidores gera poucos excedentes exportáveis, limitando o conhecimento do mercado e, conseqüentemente, o comércio internacional do produto (CONAB, 2017).

O feijão tem uma média de consumo de 12,7 Kg habitante⁻¹ ano⁻¹, sendo a preferência do consumidor por variedades dependentes da região. A sua

diferenciação, ocorre principalmente quanto a cor e ao tipo de grão. Atualmente o feijão cariquinho é o mais consumido do Brasil, tendo como características principais, o seu tamanho médio e as listas de um marrom forte (EMBRAPA, 2012).

Este alimento pode ser utilizado como uma fonte alternativa para substituir carnes e outros produtos proteicos e por oferecer nutrientes essenciais, contribuindo com até 28% de proteínas e 12% de calorias ingeridas. Portanto, no que diz respeito a alimentação básica e sob o ponto de vista quantitativo, o feijão é considerado um alimento proteico, embora seu conteúdo calórico, mineral e vitamínico não possa ser desprezado (RIOS *et al.*, 2003).

3.2 SISTEMA DE CULTIVO DO FEIJOEIRO

Os sistemas de plantio que podem ser usados, são o direto e o convencional. Segundo a Embrapa (2006), o sistema de plantio direto é aquele cujas sementes e adubos são colocados diretamente no solo não revolvido, usando máquinas apropriadas normalmente sobre a palhada da cultura anterior. Este método utiliza menor número de mão de obra homem e hora máquina, o que leva a custos de produção menores do que os do sistema de plantio convencional (OLIVEIRA; VEIGA FILHO, 2002).

Já com relação ao sistema de plantio convencional, não se obtém uma cobertura vegetal do solo. Nesse sistema se usa o arado que tem como finalidade a eliminação de camadas compactadas superficialmente com o objetivo de favorecer o crescimento das raízes das plantas bem como se utiliza grades, que possuem por finalidade a incorporação de resíduos vegetais (ALVARENGA, 2001).

A colheita é uma das mais importantes etapas de produção do feijão, sendo realizada de maneira direta, onde são empregadas colhedoras combinadas que realizam simultaneamente todas as operações ou indireta onde se utilizam equipamentos como o ceifador enleirador e a recolhedor-trilhadora em operações distintas (SILVA *et al.*, 2008).

Essa etapa do processo produtivo deve receber uma atenção especial uma vez que se a colheita for mal processada pode acarretar em grandes perdas como danos mecânicos e escurecimento dos grãos, interferindo de maneira decisiva

na qualidade do produto e no seu valor comercial (SOUZA *et al.*, 2004). Dentre os fatores que podem vir a interferir no desempenho operacional ou na qualidade da operação de colheita realizada pelo conjunto trator-recolhedora-trilhadora, as condições de desenvolvimento da cultura bem como os tratos culturais e as condições do terreno podem acarretar em perdas durante o processo (SILVA *et al.*, 2008).

Fatores como atraso na época da colheita, alta temperatura de secagem e danos mecânicos, são os principais responsáveis por uma baixa qualidade das sementes. Os danos mecânicos durante a fase da colheita dependem principalmente do teor de umidade e velocidade do cilindro da colhedora (PICKETT *et al.*, 1973), dessa maneira, em geral, recomenda-se iniciar a colheita tão logo as sementes de feijão atinjam um teor de umidade em torno de 20% (ARAÚJO *et al.*, 1984).

3.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO

Uma semente de qualidade, deve ter alta germinação e sanidade, purezas física e genética e também não conter sementes de plantas daninhas. Esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental, que contribui para que sejam alcançados altos níveis de produtividade (KRYZANOWSKI, 2004). Além do mais, a qualidade das sementes, é influenciada por fatores genéticos, fisiológicos, físicos, sanitários, sendo estes característicos da própria cultivar ou adquiridas através do melhoramento genético (MENTEN *et al.*, 2006).

A propriedade sanitária da semente é de fundamental importância, pois afeta diretamente a qualidade, bem como a sanidade da lavoura uma vez que é pela semente que se transmite a maioria das doenças que prejudicam o feijoeiro comum (SILVA; DEL PELOSO, 2006) através do ataque de diversos fungos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., que contribuem para a redução final do vigor e da germinação (HENNING, 2005).

A qualidade fisiológica da semente de feijão pode ser afetada por fatores de deterioração que ocorrem no campo que abrangem os danos causados por umidade e mecânicos. O dano por umidade é oriundo das oscilações do grau de umidade das sementes decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associadas com temperaturas elevadas, provocando rugas características no tegumento (casca) na região oposta ao hilo. Esse enrugamento é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) do tegumento e dos cotilédones em proporções diferentes (FRANÇA NETO *et al.*, 2016). No que diz respeito aos danos mecânicos causados nas sementes, esse tipo de injúria é visto como um dos mais sérios problemas da produção de sementes, sendo a maior parte, consequências da mecanização das atividades agrícolas, constituindo um problema quase que inevitável, mesmo com uma perfeita regulagem das máquinas, podendo causar danos de maior ou menor intensidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000)

Para obter uma boa produção, a avaliação da qualidade fisiológica das sementes é de suma importância, sendo possível estimar aspectos que diminuirão os riscos e prejuízos do cultivo (DIAS; MARCOS FILHO, 1996). Um exemplo desses aspectos é o vigor das sementes, considerado um dos mais importantes, sendo o reflexo das características no qual é determinado o potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 1999). Vários fatores podem influenciar na produtividade e qualidade dos grãos como, por exemplo, o tipo de solo, a tecnologia empregada pelos agricultores, o clima e as épocas de semeadura, entre outros. Destaca-se assim a importância do desenvolvimento de novos genótipos que possam atender aos objetivos específicos propostos para cada ambiente de cultivo (AMORIM *et al.*, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2009).

3.4 IMPORTÂNCIA DOS NUTRIENTES NA MANUTENÇÃO DE PLANTAS

Elementos que tem uma grande importância para a manutenção e funcionamento das plantas, são divididos em dois grupos, intitulados macronutrientes (nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio, cálcio e enxofre) e micronutrientes (ferro, manganês, cobre, cloro, boro, níquel, molibdênio e zinco),

sendo estes indispensáveis para o desenvolvimento de uma planta, podendo até ocorrer uma limitação de crescimento na falta destes (MALAVOLTA, 1980).

A deficiência de zinco é reconhecida como problema nutricional mundial para a produção das culturas (FAGERIA, 2001). Plantas cultivadas com deficiência de zinco, geralmente resultam em plântulas menos vigorosas, refletindo em um baixo rendimento na colheita (RENGEL; GRAHAM, 1995; GENC *et al.*, 2000), já que este nutriente desempenha funções importantes nas plantas, especialmente como ativador enzimático, sendo requerido para a síntese do aminoácido triptofano, um precursor da biossíntese do ácido indolacético (MALAVOLTA, 1997). Ácido este, que exerce um papel fundamental na promoção do crescimento vegetal e das raízes, contribuindo para uma maior absorção de nutrientes e água do solo (MACHADO *et al.*, 2016), conseqüentemente aumentando fatores de produção como florescimento e melhor respostas a estresses. Desse modo, foi observado por Rengel e Graham (1995) e Genc *et al.* (2000) que o aumento de zinco nas sementes tem efeito positivo em um melhor rendimento em condições de solos deficientes. O zinco no tratamento de sementes tem como função buscar um melhoramento no lote de sementes em campo, sendo um elemento essencial para as plantas. O mesmo pode afetar o crescimento e o metabolismo de espécies vegetais quando em níveis tóxicos ou insuficientes de sua concentração (MARSCHNER, 1995). Este elemento está associado com o metabolismo de carboidratos, regulação da expressão de genes, integridade estrutural do ribossomo, metabolismo de fosfato, síntese de enzimas como as desidrogenases, proteinases e peptidases (KABATA PENDIAS 1985, CHERIF *et al.*, 2010), preservação da orientação estrutural das macromoléculas das membranas celulares para a manutenção da integridade destas e do funcionamento do transporte de íons através das membranas (HAFEEZ *et al.*, 2013).

O zinco tem a característica de ter baixo requerimento pelas plantas (FURLANI, 1996), tendo assim dificuldade na distribuição uniforme via solo (RIBEIRO; SANTOS, 1996), podendo ter como alternativa a aplicação foliar, porém com a desvantagem da baixa mobilidade do elemento no floema (LONGNECKER; ROBSON, 1993). Sendo assim, necessitam formas de manejo que aumentem a precisão da distribuição no campo e os aproximem da zona de absorção da raiz.

Portanto, o fornecimento do micronutriente em questão via tratamento de sementes, demonstra menores custos de aplicação, melhor uniformidade na distribuição, redução das perdas, além da racionalização no uso de reservas naturais não renováveis (BONNECARRÉRE *et al.*, 2003), mostrando ser uma alternativa eficiente para a garantia de quantidades adequadas para o desenvolvimento das culturas (LEMES *et al.*, 2017).

Destacam-se como benefícios do osmocondicionamento, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas (MARCOS FILHO *et al.*, 2008). Também observa-se em alguns casos, ganhos na germinação, principalmente em condições adversas, como temperaturas altas ou baixas de formas extremas, déficit hídrico e salínico (MOHAMMADI *et al.*, 2010). Os fatores descritos acima têm sido associados à síntese proteica e do reparo do sistema de membranas (KUBALA *et al.*, 2015), sendo conferidos pela absorção controlada e gradual de água pelas sementes (VARIER *et al.*, 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, pertencente ao Departamento de Ciências Agrárias do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Foram utilizadas 4 lotes de sementes de feijão da variedade ANFc 9 de diferentes lotes, com uma média de 12,5% de umidade, procedentes de regiões do sudoeste do Paraná, consideradas de alta produtividade, porte ereto facilitando a colheita mecanizada, excelentes sanidade e qualidade de grão. Os testes foram realizados em 4 repetições com delineamento inteiramente casualizado (DIC).

4.2 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL OSMÓTICO

As sementes foram embebidas em soluções de sulfato de zinco (Zn), nas seguintes concentrações: 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g Zn⁻¹ kg sementes⁻¹, acompanhada de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000). As concentrações e respectivos níveis de potencial osmóticos seguiram as recomendações de Villela *et al.* (1991), onde utilizaram-se 367,66 g do produto por litro de água destilada, obtendo-se um potencial de -15 bars, aplicados nas sementes sobre papel umedecido com a solução por 16 horas. A testemunha foi condicionada apenas em água destilada.

As sementes de cada lote foram colocadas sobre uma folha de papel germitest, no qual foram considerados 2,5 vezes sua massa seca, e posteriormente, foram dobradas de modo a permitir o contato mais uniforme de todas as sementes com a solução, permanecendo em B.O.D. a 25 °C. Após se passar período de condicionamento, as sementes foram colocadas em papel germitest não hidratado durante dois dias a temperatura ambiente, a fim de retornarem a umidade inicial, sendo em seguida submetidas testes de germinação e vigor.

4.2.1 Teste de germinação (TG)

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes dispostas sobre papel germitest umedecidos com 2,5 vezes a sua massa seca. Em seguida, os rolos foram levados para a estufa tipo Mangelsdorf a temperatura constante de 25 °C. Foram realizadas duas contagens a primeira aos 5 e a segunda aos 9 dias onde foram avaliadas as plântulas normais e anormais, bem como sementes mortas e duras. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.2.2 Índice de velocidade de germinação (IVG) e velocidade de germinação (VG)

Índice velocidade de germinação (IVG): Foram conduzidas com 4 repetições de 50 sementes, colocadas sobre papel germitest umedecidos com 2,5 vezes a sua massa seca, as contagens foram realizadas diariamente o dia que ocorreu a estabilização da germinação das plântulas. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentarem acima de 2 milímetros de protusão da radícula (VERONKA, 2012). O IVG (adimensional) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn) \quad (1)$$

Onde: IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2, Gn = número de plantas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias desde a semeadura até a primeira, segunda e última contagens.

Velocidade de germinação (VG): foram conduzidas com 4 repetições de 50 sementes e as contagens se são feitas diariamente até o nono dia ou o dia que ocorra a estabilização da germinação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentarem acima de 2 milímetros de protusão da radícula. O resultado do VG é expresso em dias, calculado pela seguinte fórmula:

$$VG = [(N1 G1) + (N2 G2) + \dots + (Nn Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn) \quad (2)$$

Onde: VG = velocidade de germinação (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da sementeira a cada contagem.

4.2.3 Teste de envelhecimento acelerado (TEA)

O teste foi conduzido em caixas tipo gerbox com telado contendo 40 mL de água ao fundo. Duas subamostras de 100 sementes por repetição foram dispostas em uma camada uniforme sobre a superfície da tela interna e após levadas a uma incubadora mantida a 42 °C, por 72 h (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999). Após o processo de envelhecimento as sementes foram submetidas ao teste de germinação (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

4.2.4 Condutividade elétrica (CE)

O método utilizado foi o de condutividade de massa com quatro sub amostras de 25 sementes por repetição totalizando 100 sementes por tratamento. Após a obtenção da massa de cada amostra em balança digital com precisão de 0,01g, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e a seguir levadas a uma câmara de germinação sob temperatura constante de 25 °C, durante 24h. Ao final deste período foi determinada a condutividade elétrica da solução de embebição das sementes mediante o uso de um condutímetro de bancada digital, modelo DM-32®. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

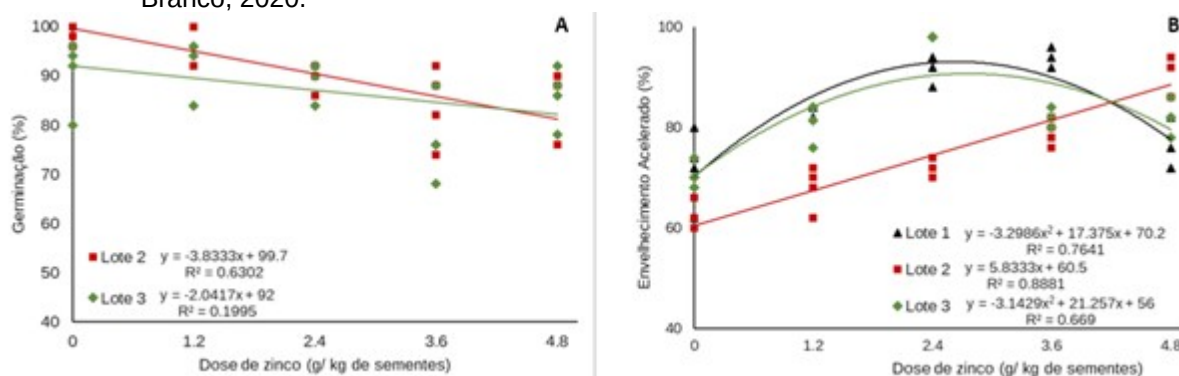
4.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro, e quando verificado significância, estes foram submetidos a análise de regressão polinomial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A germinação de uma semente pode ser definida como o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal quando exposta a condições favoráveis no campo (BRASIL, 2009). Os resultados obtidos no presente trabalho, demonstraram que apenas dois dos quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9 avaliados, apresentaram diferenças significativas para a variável germinação quando foram submetidas ao osmocondicionamento seguido de doses crescentes de zinco (Figura 1A).

Figura 1 - Germinação (A) e Envelhecimento Acelerado (B) de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg⁻¹ de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: Autoria própria

Os resultados demonstrados pelo Lote 2 e 3, apresentaram comportamento semelhante, linear e negativo, de modo que para cada grama a mais de zinco adicionado por quilograma de sementes, o percentual de germinação decresceu 3,8333 e 2,0417%, respectivamente, onde a maior germinação foi observada para a dose de zero g kg⁻¹ de sementes, ou seja, quando as sementes passaram somente pelo processo de osmocondicionamento sem o tratamento de sementes com zinco. Resultados semelhantes a estes foram observados por diferentes autores, para distintas culturas agrícolas. A aplicação de zinco via sementes na cultura do sorgo, ocasiona na diminuição da germinação e acúmulo de matéria seca das raízes e da planta inteira (YAGI *et al.*, 2006).

Tais respostas obtidas para a variável germinação podem ser explicadas por doses excessivas de zinco, que pode provocar toxidez nas plântulas e uma conseqüente diminuição da taxa de emergência, afetando o crescimento da cultura, reduzindo o *stand* e comprometendo a produção (PRADO *et al.*, 2007). Além disso, a associação do osmocondicionamento, que provoca a absorção lenta de água (PACHECO JUNIOR, 2010) também provoca a assimilação excessiva de micronutrientes, de modo que como a semente em germinação não tem mecanismos fisiológicos eficientes para controlar a entrada de substâncias como o zinco, via embebição, concentrações tóxicas desse elemento podem acumular-se e causar fitotoxidez, chegando até a matar o embrião (PESSOA; LUCHESE; LUCHESE, 2000).

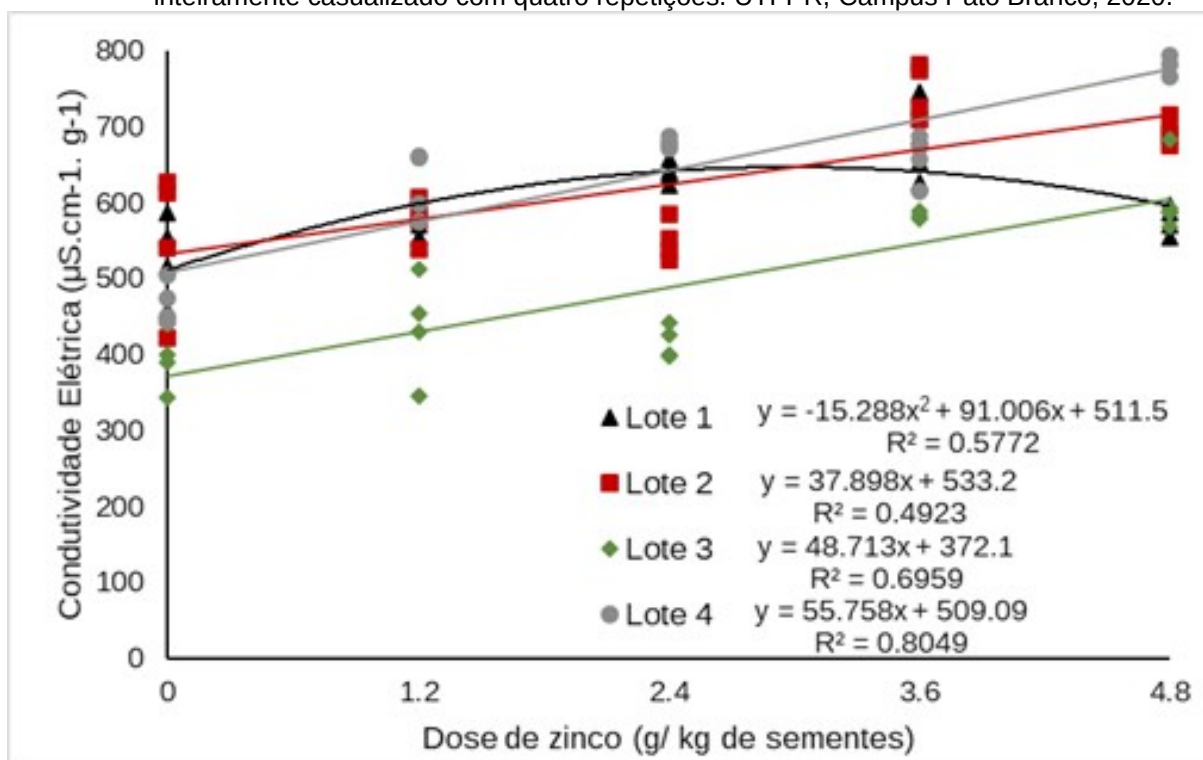
Quando se refere ao envelhecimento acelerado, este teste é utilizado como indicativo de vigor de uma semente, de modo que a expressão deste resultado indica a capacidade de uma semente emergir no campo, mesmo com a presença de condições adversas (FREITAS *et al.*, 2006). Assim, o uso de sementes de alto vigor é justificado em todas as culturas, uma vez que tal característica assegura adequada população de plantas sobre uma ampla variação de condições ambientais, por meio de uma emergência rápida e uniforme (KRYZANOWSKI, 1999). Tal premissa, é confirmada por Scheeren *et al.* (2010), onde afirma que também pode possibilitar um aumento na produção quando a densidade de plantas é menor que a requerida.

Ao analisar a Figura 1B, nota-se que os Lotes 1, 2 e 3 apresentaram diferenças significativas para a variável envelhecimento acelerado, de modo que todas resultaram em equações com alto grau de ajuste ($R > 0,6$), indicando que os modelos experimentais utilizados elucidam satisfatoriamente os resultados. Os lotes 1 e 3, apresentaram resultados semelhantes, uma vez que estes apresentaram redução do percentual de envelhecimento acelerado para cada grama de zinco por quilograma de sementes de, 3,2986 e 3,1439%, respectivamente. Por outro lado, os maiores valores de envelhecimento acelerado para estes lotes foram obtidos quando se tratou as sementes com 2,4 gramas de zinco por kg de sementes de feijão, onde a partir deste momento, os resultados começaram a decrescer. Já o Lote 2, foi explicado por meio de modelo linear crescente onde o envelhecimento acelerado

creceu 5,8333% para cada grama a mais adicionada por kg de sementes, onde o máximo valor foi obtido ao utilizar-se a dose de 4,8 g kg⁻¹ de sementes.

A condutividade elétrica é o teste no qual a qualidade das sementes é avaliada indiretamente através da determinação da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes. Os menores valores correspondem à menor liberação de exsudatos e indicam alto potencial fisiológico (maior vigor), revelando menor intensidade de desorganização das membranas celulares (VIEIRA *et al.*, 1994). Assim, quanto maior o resultado obtido, maior será a desestruturação das membranas celulares e maior será a deterioração de uma semente (COLOGNESE, 2020).

Figura 2 - Condutividade elétrica (CE – $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg⁻¹ de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: Autoria própria

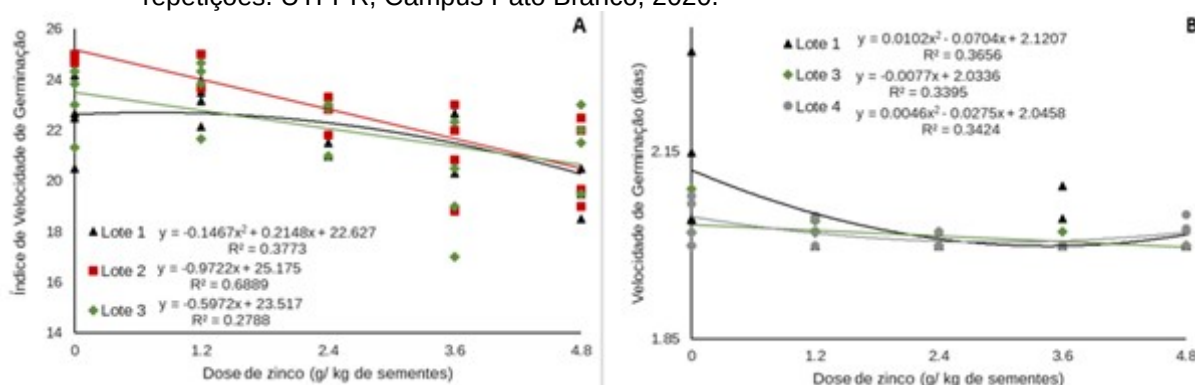
Ao analisar a Figura 2, observa-se comportamento semelhante para três dos quatro lotes de feijão da cultivar ANFc 9 avaliados. Assim, os lotes 2, 3 e 4, podem ser explicados por modelos lineares crescentes onde os mesmos apresentaram aumento da condutividade elétrica de, respectivamente, 37,898;

48,713; 55,758 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ para cada grama a mais de zinco por quilograma de sementes de feijão, de modo que as maiores CE foram obtidas ao tratar as sementes com 4,8 g kg^{-1} de sementes.

Apesar de uma das principais funções do zinco nas plantas ser a estruturação das membranas celulares (PRADO *et al.*, 2007), o aumento da CE ao utilizar-se doses crescentes de Zn pode ser explicado por um efeito contrário, ou seja, doses excessivas deste micronutriente podem provocar fitotoxidez e conseqüentemente, distúrbios metabólicos, podendo causar uma diminuição no crescimento das raízes e parte aérea, também ocasiona deficiência nos parâmetros fotossintéticos, refletindo na fotoinibição, além de ocasionar estresse oxidativo (TEICHER, 2014).

O Índice de Velocidade de Germinação, como o próprio nome já diz, determina sua capacidade de emergência, quanto maior o seu valor, mais vigorosa é a semente. Já a velocidade de germinação, determinada em dias, indica o número de dias necessários para que uma semente apresente sua emergência no campo, de tal modo que, quanto o maior seu resultado, maior é o tempo necessário para que uma semente desenvolva seus processos metabólicos e origine uma plântula (ELIAS *et al.*, 2012).

Figura 3 – Índice de Velocidade de Germinação (A) e Velocidade de Germinação (B – dias), de quatro lotes de sementes de feijão da cultivar ANFc 9®, em função da associação de osmocondicionamento com cinco doses de zinco via tratamento de sementes (0; 1,2; 2,4; 3,6 e 4,8 g kg^{-1} de sementes), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2020.



Fonte: Autoria própria

Os resultados apresentados na Figura 3A, possuem comportamento semelhante para todas os lotes estudados, de modo que quanto maior a dose de zinco utilizada para o tratamento de sementes, menor é a velocidade com que a

semente germina. Assim, os lotes 1, 2 e 3 apresentam uma redução de 0,1467; 0,9722 e 0,5972 para cada g de zinco a mais por kg de sementes, com maior resultado visualizado quando não há a utilização de Zn via tratamento de sementes.

Na figura 3B, percebe-se que conforme ocorre um aumento da dose de zinco, a velocidade de germinação em dias diminui, quando a dosagem utilizada foi de $1,2\text{g kg}^{-1}$ até $3,6\text{g kg}^{-1}$ de sementes. Nota-se que quando foi utilizada a dose de $4,8\text{g kg}^{-1}$ sementes, a velocidade de germinação em dias aumentou levemente, mas nada significativo quando comparado com o tratamento no qual não foi feito o tratamento de sementes com zinco (testemunha).

Afirmando tais dados descritos acima, Corazza *et al.* (2019) observou que o aumento da dose de Zn acaba acarretando em perda no potencial de germinação das sementes, conseqüentemente uma menor velocidade de crescimento da cultura.

Os resultados observados neste trabalho e nos trabalhos dos autores acima citados, indicam que ao utilizar doses excessivas de zinco via tratamento de sementes, as sementes e as plântulas originadas destas, não aproveitam efetivamente os recursos ambientais (luz, umidade e temperatura) disponíveis, uma vez que segundo Oliveira *et al.* (2010), quanto mais rápido uma plântula se estabelecer no campo, maior será o aproveitamento dos recursos disponíveis.

6 CONCLUSÕES

No que diz respeito a germinação das sementes, conclui-se que um aumento da dosagem de Zn, ocasiona em uma menor porcentagem de germinação das sementes. Com relação ao envelhecimento acelerado, doses até $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes, acarretam no aumento do mesmo, porém uma quantidade maior, causam decréscimo no resultado de vigor da semente. No tocante a condutividade elétrica, quanto maior a dose de zinco utilizada, maior será o percentual de CE, mostrando uma maior deterioração das sementes. Para o índice de velocidade de germinação (IVG) e velocidade de germinação (VG), maiores doses de zinco promovem uma menor velocidade de germinação das sementes, afetando a qualidade das sementes.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Ramon Costa *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Belo Horizonte, 2001. 25–36 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/485005/plantas-de-cobertura-de-solo-para-sistema-plantio-direto>. Acesso em: 25 out. 2018.
- AMORIM, Edson Perito *et al.* Correlação e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 307–316, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v67n2/a06v67n2.pdf>. Acesso em: 18 set. 2018.
- ARAÚJO, Eduardo Fontes *et al.* **Influência da secagem das vagens na germinação e no vigor de sementes de feijão**–110, 1984. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287812729_Influencia_da_secagem_das_vagens_na_germinacao_e_no_vigor_de_sementes_de_feijao. Acesso em: 25 out. 2018.
- BASSINELLO, Priscila Zaczuk. **Qualidade de grãos**. [S.l.], 2001.
- BONNECARRÈRE, Reinaldo A *et al.* Resposta de genótipos de arroz irrigado á aplicação de zinco. **Revista da FZVA**, v. 10, n. 1, p. 109–116, 2003.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.
- CARVALHO, Nelson Moreira; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Itajaí: Epagri, 2000.
- CASTRO, Renato Delmondez; HILHORST, Henk W M. Embebição e reativação do metabolismo. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. cap. 3, p. 323.
- CHERIF, Jaouhra *et al.* Analysis of in vivo chlorophyll fluorescence spectra to monitor physiological state of tomato plants growing under zinc stress. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 101, n. 1, p. 332–339, 2010.
- COLOGNESE, Izabella Chrispim. **Avaliação do condicionamento osmótico para aplicação de micronutrientes em sementes de soja**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.
- CONAB. **Perspectivas para agropecuária**. Brasília, 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf. Acesso em: 11 out. 2018.
- CORAZZA, Graziela *et al.* Potencial fisiológico de sementes de soja tratadas com zinco. In: **I CONSOJA**. Santa Maria: [s.n.], 2019. Disponível em: <https://maissoja.com.br/potencial-fisiologico-de-sementes-de-soja-tratadas-com-zinco/>.
- DIAS, Denise Cunha Fernandes dos Santos; MARCOS FILHO, Julio Marcos. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia agrícola**, v. 53, n. 1, p. 31–42, 1996.

ELIAS, Sabry G *et al.* **Seed testing: principles and practices**. Baltimore, USA: East Lansing, 2012.

EMBRAPA. **Agência de informação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/arroz-e-feijao>. Acesso em: 11 out. 2018.

EMBRAPA. **Socioeconomia: Feijão**. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 20 out. 2018.

FAGERIA, Nand Kumar. Avaliação de genótipos de arroz na eficiência de uso de zinco. **Scientia Agricola**, v. 1, n. 1, p. 623–626, 2001.

FAGERIA, Nand Kumar; BALIGAR, V C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, n. 1, p. 97–185, 2005.

FAOSTAT. **Statistics division**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 08 nov. 2020.

MARCOS FILHO, Júlio. Teste de vigor: importância e utilização. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 1, p. 1–21.

MARCOS FILHO, Júlio Marcos; KIKUTI, Ana Lúcia. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura brasileira**, v. 26, n. 2, p. 165–169, 2008.

FRANÇA NETO, José Barros *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina, 2016.

FREITAS, Fábio Oliveira. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1199–1203, 2006.

FREITAS, Raquel Alves; NASCIMENTO, Warley Marcos. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista brasileira de sementes**, v. 28, n. 3, p. 59–63, 2006.

FURLANI, Angela Maria Cangiani; FURLANI, Pedro Roberto. Respostas de cultivares de milho a zinco em solução nutritiva. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 365–369, 1996.

GENC, Yusuf; MCDONAL, Glenn K; GRAHAM, Robin. Effect of seed content on early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) under low and adequate soil zinc supply. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 51, n. 1, p. 37–45, 2000.

GONÇALVES, João Guilherme Ribeiro *et al.* Estabilidade fenotípica em feijoeiro estimada por análise AMMI com genótipo suplementar. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 863–871, 2009.

HAFEEZ, Babar; MOHD, Khanif Yusop; MUHAMMAD, Saleem. Role of zinc in plant nutrition - A Review. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 50, n. 1, p. 374–391, 2013.

HENNING, Ademir Assis *et al.* **Manual de identificação de doenças de soja.** Londrina, 2014.

JÚNIOR, Francisco Pacheco. **Temperatura e luminosidade na germinação de sementes de *Piper hispidinervum*.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.

JÚNIOR, Trazilbo J Paula. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007 – 2009.** Goiânia, 2008.

KABATA-PENDIAS, Alina. **Trace elements in soils and plants.** Poland: CRC Press, 1985.

KIRKBY, Ernest Arnold; ROMHELD, Volker. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade.** Reino Unido, 2007.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA NETO, José de Barros; HENNING, Ademir Assis. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Londrina, 2018.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: **World soybean research conference.** [s.n.], 2004. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/desafios-tecnologicos-para-producao-de-semente-de-soja-na-oclc/709426295>.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. **Vigor de sementes: conceitos e teste.** Londrina: Comitê de vigor de sementes, 1999.

LEMES, Elisa *et al.* Tratamento de sementes de soja com zinco: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. **Coloquium Agrariae**, v. 13, n. 2, p. 76–86, 2017.

LONGNECKER, Nancy E; ROBSON, Alan D. Zinc in soils and plants. In: **Distribution and transport of zinc in plants.** Austrália: Springer, Dordrecht, 1993. cap. 6, p. 79–91.

LOPES, Nei F *et al.* Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Revista Ceres**, v. 33, n. 191, p. 142–164, 1986.

MACHADO, Tariane Alves *et al.* Produção de ácido indol-acético por isolados de *Trichoderma* spp. In: **10º seminário jovens talentos: coletânea dos resumos.** [s.n.], 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157093/1/p79.pdf>.

MAGUIRE, James D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962.

MALAVOLTA, Eurípedes. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ceres, 1980.

MALAVOLTA, Eurípedes; VITTI, Godofredo César; OLIVEIRA, Sebastião Alberto. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

- MARSCHNER, Horst. **Mineral nutrition of higher plants**. Germany: Elsevier, 1995.
- MELLO, Nilda Tereza Cardoso de *et al.* **Proposta de nova metodologia de custo de produção do instituto de economia agrícola**. São Paulo: Instituto de economia agrícola, 1988.
- MENTEN, José Otávio machado *et al.* Qualidade das sementes de feijão no Brasil. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 1–7, 2006.
- MOHAMMADI, Gholam Reza; AMIRI, F. The effect of priming on seed performance of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, v. 9, n. 2, p. 202–207, 2010.
- OLIVEIRA, Marli Dias Mascarenhas; VEIGA FILHO, Alceu de Arruda. **Análise de custos e rentabilidade de alternativas de plantio direto e convencional: estudo de caso para um sistema de rotação em São Paulo**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=323>. Acesso em: 25 out. 2018.
- PESSOA, A C S; LUCHESE, E B; LUCHESE, A B. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 24, n. 1, p. 939–945, 2000.
- PICKETT, Leroy K. Mechanical damage and processing loss during navy bean harvesting. **Transactions of the ASAE**, v. 16, n. 6, p. 1047–1050, 1973.
- PINO, Victoria Del; LAJOLO, Franco M. Efecto inhibitorio de los taninos del frijol carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre la digestibilidad de la faseolina por dos sistemas multienzimáticos. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 1, n. 1, p. 49 – 53, 2003.
- PRADO, Renato de Mello; NATALE, William; MORO, Melissa de Castro. Fontes de zinco aplicado via semente na nutrição e crescimento inicial do milho cv. Fort. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 16–24, 2007.
- RENGEL, Zed; GRAHAM, Robert D. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn-deficient soil – II grain yield. **Plant and Soil**, v. 173, n. 3, p. 267–274, 1995.
- RIBEIRO, Nerinéia Dalfollo; SANTOS, Osmar de Souza dos. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 159–165, 1996.
- RIOS, Alessandro de Oliveira; ABREU, Celeste Maria de; CORRÊA, Angelita Duarte. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, l.). **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 23, n. 1, p. 39–45, 2003.
- ROMHELD, V; MARSCHNER, Horst. Functions of micronutrients in plants. In: **Micronutrients in agriculture**. Germany: Soil Science Society of America, 1991. cap. 9, p. 297–328.
- SÁ, M E. Importância da adubação na qualidade de semente. In: **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. cap. 2, p. 65–98.

SCHEEREN, Bruno Ricardo *et al.* Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista brasileira de sementes**, v. 32, n. 3, p. 35–41, 2010.

SERRANO, José; GOÑI, Isabel. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 54, n. 1, p. 36–44, 2004.

SILVA, Corival Cândido Da; PELOSO, Maria José Del. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na região central – brasileira 2005–2007**. Goiânia, 2006.

SILVA, Rouverson Pereira da *et al.* Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1286–1291, 2008.

SOUZA, Luiz H *et al.* Níveis de ruído emitidos por uma recolhedora-trilhadora de feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 745–749, 2004.

TAVILI, Ali *et al.* Effects of seed priming on germination characteristics of bromus species under salt and drought conditions. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 10, n. 2, p. 163–168, 2011.

TEIXEIRA, Itamar Rosa *et al.* Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 83–88, 2005.

VARIER, Anuradha; VARI, Alice Kurikose; DADLANI, Malavika. The subcellular basis of seed priming. **Current Science**, v. 99, n. 4, p. 450–456, 2010.

VERONKA, Darlan Alba *et al.* **Efeito alelopático do extrato bruto de *Brachiaria decumbens* na germinação e no vigor de sementes e de plântulas de *Brachiaria brizantha***. Campo Grande, 2012.

VIEIRA, Clibas; JUNIOR, Trazilbo José Paula; BORÉM, Aluízio. **Feijão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 600 p.

VIEIRA, Roberval Daiton. Teste de condutividade elétrica. In: **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: Embrapa Hortaliças, 1994. p. 103–132.

VILLELA, Francisco Amaral; DONI FILHO, Luiz; SIQUEIRA, Eliseo Leclerc. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11, p. 1957–1968, 1991.

YAGI, Renato *et al.* Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 655–660, 2006.