



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA  
CAMPUS SETE LAGOAS**

**ANNA LUISA SOUZA LEITE**

**UTILIZAÇÃO DAS ONDAS SONORAS NA GERMINAÇÃO E NO  
VIGOR DE SEMENTES DA ESPÉCIE *Urochloa ruziziensis***

**Sete Lagoas, MG**

**2024**

**ANNA LUISA SOUZA LEITE**

**UTILIZAÇÃO DAS ONDAS SONORAS NA GERMINAÇÃO E NO  
VIGOR DE SEMENTES DA ESPÉCIE *Urochloa ruziziensis***

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

Orientador: Prof. Claudio Manoel Teixeira Vitor

Coorientador: Prof. Leonardo Lucas Carnevalli  
Dias

**Sete Lagoas, MG**

**2024**

ANNA LUISA SOUZA LEITE

**UTILIZAÇÃO DAS ONDAS SONORAS NA GERMINAÇÃO E NO  
VIGOR DE SEMENTES DA ESPÉCIE *Urochloa ruziziensis***

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

Sete Lagoas, 15 de fevereiro de 2024.

**Banca avaliadora:**

Dr. Claudio Manoel Teixeira Vitor, Orientador – UFSJ

Dr. Leonardo Lucas Carnevalli Dias – UFSJ

Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrela – UFSJ

Eng. Agrônoma Jéssica Lucas Briskiewicz– UFSJ

*Não serei o poeta de um mundo caduco  
Também não cantarei o mundo futuro  
Estou preso à vida e olho meus companheiros  
Estão taciturnos, mas nutrem grandes esperanças  
Entre eles, considero a enorme realidade  
O presente é tão grande, não nos afastemos  
Não nos afastemos muito, vamos de mãos dadas*

*Carlos Drummond de Andrade*

## AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão que dedico este espaço para expressar meus sinceros agradecimentos àqueles que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Primeiramente gostaria de expressar minha profunda gratidão aos professores da Universidade em especial, Claudio, Leonardo e Nádia. O apoio, orientação e os valiosos insights foram fundamentais para o desenvolvimento desta monografia. A paciência, disponibilidade e os conhecimentos compartilhados foram essenciais para o amadurecimento das ideias apresentadas nesta pesquisa. Agradeço por cada orientação, correção e incentivo oferecidos ao longo dessa jornada acadêmica.

Quero agradecer a Dr. Rosagela que dou as sementes da cultura, sem a sua contribuição, a aquisição das sementes teria sido um empecilho.

Agradeço aos membros e tutor do grupo de estudos Gepec. Foram anos incríveis de muitos aprendizados e companheirismo.

Ao grupo melhorar, agradeço pela diponibilidade e auxilio na execução dos testes.

Não poderia deixar de reconhecer e agradecer aos meus amigos Wendel, Julia, Isabella, Jessica, Guilherme, Fabio, Gabriela, Ana Elisa e Natalia, o apoio e compreensão de vocês foram essenciais para superar os desafios enfrentados durante a elaboração deste estudo. Cada momento compartilhado, conselhos trocados e apoio incondicional foram fundamentais para manter o ânimo e a determinação.

A minha família, em especial meus pais e a minha irmã Andreia, cujo suporte incondicional foi a força motriz que impulsionou cada passo dado, expresso minha gratidão. Seu amor, encorajamento e compreensão foram a base sólida que me permitiu focar na realização deste trabalho.

Agradeço especialmente a Ilder, por seu apoi e recursos disponibilizados, a sua ajuda foi de extrema importancia para a realização deste trabalho.

Por fim agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste estudo, direta ou indiretamente. A jornada foi desafiadora, porém enriquecedora, e agradeço a todos que fizeram parte dela.

Este trabalho é fruto de esforço coletivo e apoio mútuo, e a cada um de vocês deixou minha mais profunda gratidão, Anna Luisa Souza Leite

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Efeito das ondas sonora no percentual de plantas emergidas.....	22
Figura 2. Efeito das ondas sonora no percentual de vigor.....	22
Figura 3. Efeito das ondas sonora no índice de velocidade de germinação.....	23
Figura 4. Efeito das ondas sonora no peso das massas fresca e massa seca.....	24
Figura 5. Efeito das ondas sonora no número de sementes viáveis sementes mortas.....	25
Figura 6. Efeito das ondas sonora no comprimento da raiz.....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b>	<b>11</b>
2.1 Plantas forrageira	11
2.2 <i>Urochloa ruziziensis</i>	12
2.3 Germinação	14
2.4 Ondas Sonoras na germinação	17
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>21</b>
4.1 Grupo de sementes submetidas ao procedimento de envelhecimento acelerado	21
4.2 Sementes em condições normais	25
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>28</b>
<b>7. ANEXO 1: Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ</b>	<b>34</b>

## RESUMO

As plantas são capazes de detectar e responder a estímulos ambientais, incluindo o som. O som é conhecido por afetar diretamente os sistemas biológicos, incluindo aqueles envolvidos na germinação de sementes. O estudo conduzido na Universidade Federal de São João del-Rei, em Sete Lagoas, Minas Gerais, avaliou os efeitos das ondas sonoras na emergência da *Urochloa ruziziensis*. Foram feitos dois experimento em paralelo, com a mesma metodologia, porém, cada um com uma condição fisiológica de sementes, sendo com sementes em condições envelhecidas o outro condições normais. As ondas sonoras escolhidas foram 0, 300 e 1000 Hz, sendo 0 Hz a testemunha. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, sendo analisado separadamente os dados com as sementes envelhecidas e os com as sementes normais. Após os tratamentos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação com leituras diárias de plantas emergidas e duração de vinte e um dias. Os dados obtidos foram submetidos a testes ANOVA, e posteriormente, submetidos a análise de regressão. Os resultados do experimento com as sementes em condições envelhecidas demonstraram que as ondas sonoras nas ondas de 300 e 1000 Hz foram capazes de promover um aumento significativo na germinação, vigor, velocidade de germinação e no comprimento da raiz das sementes envelhecidas. Os resultados do experimento com sementes em condições normais apresentaram um aumento no comprimento da raiz, porém, não foram observadas diferenças para as demais variáveis. Os resultados deste estudo sugerem que as ondas sonoras se apresentam como uma ferramenta promissora capaz de melhorar a germinação e o crescimento das sementes envelhecidas de *U. ruziziensis*.

Palavras-chave: Forrageiras; Frequência Sonoras; Germinação.



## ABSTRACT

Plants can detect and responding to environmental stimuli, including sound. Sound is known to directly affect biological systems, including those involved in seed germination. A study conducted at the Federal University of São João del-Rei in Sete Lagoas, Minas Gerais, evaluated the effects of sound waves on the emergence of *Urochloa ruziziensis*. Two parallel experiments were conducted with the same methodology, but each with a different physiological condition of seeds, one with aged seeds and the other with normal conditions. The selected sound waves were 0, 300, and 1000 Hz, with 0 Hz as the control. The experimental design was completely randomized, and the data were analyzed separately for aged seeds and normal seeds. After the treatments, the seeds were subjected to a germination test with daily readings of emerged plants over a duration of twenty-one days. The obtained data were subjected to ANOVA tests and subsequently to regression analysis. The results of the experiment with aged seeds showed that sound waves at 300 and 1000 Hz were able to significantly increase germination, vigor, germination speed, and root length of aged seeds. The results of the experiment with normal seeds showed an increase in root length, but no differences were observed for the other variables. The findings of this study suggest that sound waves present themselves as a promising tool capable of improving germination and growth of aged *U. ruziziensis* seeds.

Keywords: Forage crops; Sound frequency; Germination

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras desempenham um papel essencial na produção de alimentos, especialmente no contexto brasileiro, onde representam a principal fonte de alimento para o rebanho bovino. Além disso, também são utilizadas na agricultura, auxiliando na recuperação de áreas degradadas. O rebanho bovino desempenha um papel econômico significativo no país, influenciando diretamente a alimentação humana. Entre as várias espécies de plantas do gênero *Urochloa spp.*, conhecida popularmente como Braquiária, destaca-se a *Urochloa ruziziensis.*, devido ao seu valor nutricional, palatabilidade e sua versatilidade vai além da alimentação animal, pois também desempenha um papel crucial na integração com outras culturas, como no sistema ILPF (Integração Lavoura, Pecuária e Floresta), além disso, é amplamente utilizada no plantio direto contribuindo para a produção de palhada, devido ao baixo vigor a forrageira tem baixa probabilidade de se comportar com daninha. (CAMPOS, 2020; TIZAZU et al., 2019)

Embora a espécie seja de grande relevância, as sementes utilizadas pelo agricultores apresentam baixa germinação e vigor. A discrepância nos resultados obtidos em testes de laboratório realizados por Souza, J. R. de (2017) A espécie *U. ruziziensis* apresenta percentual germinativo de 37,75%, enquanto as espécies *Marandu*, e *U. decumbens* apresentaram percentuais de 81% e 79%, respectivamente. O percentual de germinação é um parâmetro crucial no processo de desenvolvimento, exercendo um impacto na preservação das espécies no ambiente natural e na sua produtividade. Portanto, otimizar a germinação é uma alternativa viável para aumentar a produtividade das culturas agrícolas (TIZAZU et al., 2019; ANOSHEH et al., 2015).

Estudos que avaliaram os efeitos das ondas sonoras na germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas, apresentaram resultados positivos para o aumento do percentual germinativo, como descrito por Cai et al., (2014), no qual constataram a redução no período de germinação do feijão chinês. O som é capaz de atuar no processo de germinação das sementes, provendo o aumento de energia necessária para dar início às atividades fisiológicas, que levam ao desenvolvimento do embrião e à germinação (CAMPOS, 2020).

Objetiva-se assim com esse trabalho avaliar os efeitos das ondas sonoras na germinação e no vigor de sementes de *Urochloa ruziziensis*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Plantas forrageiras

As *poaceae* são plantas conhecidas como gramíneas são plantas monocotiledôneas representadas por uma grande número de espécies.com uma ampla diversidade de características morfológicas, fisiológicas e ecológicas. São encontradas em todos os continentes, em uma variedade de habitats, desde as regiões polares até as florestas tropicais. Possuem características importantes para a economia, sendo utilizada para fins variados, incluindo a produção de forragem a produção de alimentos e fibras e a produção de bicomustíveis (FAO, 2016).

As forrageiras, são um grupo de plantas das quais animais herbívoros se alimenta, elas possuem particularidades, consequência dos distintos meios nos quais evoluíram ao longo de milhares de anos, que resultaram em grande diversidade quanto às características morfológicas e fisiológicas, às exigências edáficas e climáticas, que determinam aptidões variáveis, como resistência à intensidade de partejo, exigências em fertilidade e textura do solo, condições de clima e manejo, dentre outras. A consideração de tais atributos é essencial no planejamento e condução da produção.

As características morfológicas que as distinguem de outros grupos de plantas são as raízes fasciculadas, folhas simples com limbo plano ou enrolado, e flores pequenas reunidas em inflorescências, O caule é formado por nós e entrenós, e as folhas são compostas por lâmina foliar, bainha foliar e lígula (VALL & ZAGO, 2018; PEIXOTO et al., 2012).

As características agronômicas das gramíneas são importantes para a avaliação do potencial de produção de forragens. As principais características agronômicas das gramíneas são, a grande capacidade de produção de biomassa, a qualidade nutricional e a resistência a estresses ambientais (VALL & ZAGO, 2018).A adequação das gramíneas para a produção de forragens, para serem utilizadas na alimentação de animais herbívoros, como bovinos, ovinos, caprinos e equinos, são devido às suas características morfogênicas, estruturais e agronômicas que as tornam adequadas para a produção de forragens, como alta capacidade de produção de biomassa, boa qualidade nutricional e resistência a estresses ambientais (FAO, 2016; PEIXOTO et al., 2012)

No processo de seleção de plantas forrageiras, características relacionadas ao valor nutricional são importantes para discriminar os materiais avaliados, pois a produtividade animal depende de tais características. Portanto, o valor nutritivo de uma forrageira se constitui numa forma indireta de avaliação do rendimento animal, já que a qualidade da forragem depende do teor nutritivo e o seu consumo pelo animal (RESENDE et al., 2015).

Normalmente, forrageiras tropicais possuem baixo valor nutricional, o que está associado ao baixo teor de proteína bruta e de minerais, ao elevado conteúdo de fibra e à pouca digestibilidade da matéria seca (Cardoso et al., 2010), que pode ser influenciado pelo estado de desenvolvimento da planta quando pastejada, além de fatores ambientais, tais como a luminosidade, temperatura e umidade. A qualidade de uma forragem é, portanto, determinada pelo seu valor nutricional, pelo manejo, por fatores edafoclimáticos e pelo consumo do animal.

A proporção de tecidos e a espessura da parede celular estão correlacionadas com os teores de fibra, de lignina e de proteína bruta (PB), assim como com o coeficiente de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e são os fatores que influenciam sobre o valor nutricional da forragem. Os tecidos de baixa digestão tem PB e coeficiente de DIVMS baixos e teores de fibra e de lignina altos (Paciullo, 2002). O referido autor ainda cita que “quanto maior o crescimento ou mais velha a forrageira, menor será a digestibilidade desta”. A lignina atua sobre a taxa de degradação e degradabilidade efetiva da parede celular nos alimentos volumosos (CARDOSO et al., 2010).

A utilização das gramíneas no plantio direto como plantas de cobertura do solo, se faz importante, pois elas ajudam a proteger o solo da erosão, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade das culturas. As gramíneas utilizadas no plantio direto incluem principalmente cultivares do gênero *Urochloa*, que podem ser utilizadas no sistema Integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e em consórcio com árvores e/ou culturas agrícolas, proporcionando uma série de benefícios, tais como o aumento da produtividade das culturas, a redução da erosão, a melhoria da qualidade do solo e a captura de carbono (FAO,2016; PEIXOTO et al., 2012).

## **2.2 *Urochloa ruziziensis***

Originária da África, a *U. ruziziensis* foi introduzida no Brasil na década de 1960. É uma forrageira perene, de porte alto (cerca de um metro) e apresenta características

agronômicas, tais como; alta exigência por água (900 a 1200 mm ao ano), apesar de poder tolerar até quatro meses de seca; resistente ao sombreamento; temperatura mínima de crescimento é 19°C, não tolerando climas frios; Requer solos de média a alta fertilidade. Essas características qualificam a cultivar ao cultivo nas diversas regiões Brasileiras (KARIA et al., 2006).

A *U. ruziziensis* apresenta crescimento cespitoso (ereto), o que aumenta a capacidade fotossintética, proporcionando à planta uma tolerância ao sombreamento. É uma boa produtora de biomassa, com potencial para ser utilizada em diversas finalidades, como pastagem, silagem, forragem verde e cobertura de solo (KARIA et al., 2006).

A espécie se adapta bem a locais quentes, uma vez que é originária de um lugar quente e úmido. Assim, esta espécie depende de grandes quantidades de água, exigindo até 1200 mm ao ano. Ela também consegue se adaptar a períodos de seca, porém a espécie não tolera período superior a quatro meses de seca (CARDOSO et al 2010).

Em relação ao clima quente, é ideal que a temperatura seja em torno de 33 graus celsius durante o dia e 28 graus celsius durante a noite. A *Urochloa ruziziensis* consegue suportar uma queda de temperatura mínima de até 19 graus celsius, sendo assim uma espécie para locais quentes não se adaptando a temperaturas baixas (ANDRADE, et al., 2016).

É importante se atentar para a necessidade de nutrientes dessa espécie. Ela não se aclimata muito bem a solos ácidos e necessita de uma saturação de bases entre 50% e 60%. O pH desejado é entre 5 e 6,8 (ANDRADE, et al., 2016).

O uso desta forrageira é bastante diverso, podendo ser aplicada para inúmeras finalidades tais como a produção de silagem, alimentação animal, proteção do solo, e fabricação de biocombustíveis. Para a produção de silagem, a espécie pode ser colhida no início do período chuvoso, quando apresenta alto teor de proteína e nutrientes. A silagem é uma boa fonte de alimento para bovinos, equinos e outros animais ruminantes. O uso como forragem verde é outra opção para o uso dessa espécie forrageira, que é uma boa fonte de nutrientes e energia para os animais (SANTOS et al., 2023).

O uso para cobertura de solo é um dos mais importantes da *U. ruziziensis*. A espécie pode ser utilizada para proteger o solo da erosão e promover a melhoria da fertilidade do solo. A *U. ruziziensis* é uma boa opção para sistemas de plantio direto. O baixo vigor vegetativo, a rebrota lenta, a sua fácil dessecação e o baixo potencial competitivo reduzem a probabilidade da forrageira se comportar como planta daninha, tornando-a mais segura para ser utilizada em sistemas de produção integrados na bovinocultura, por apresentar boa palatabilidade e

digestibilidade, a espécie é bastante recomendada nas fases de recria e engorda dos bovinos (EMBRAPA, 2013).

Dentre as espécies forrageiras indicadas para sistemas integrados, a *Urochloa ruziziensis* tem se destacado por apresentar cobertura uniforme do solo, boa composição bromatológica, palatabilidade, produção uniforme de sementes (Pariz, 2009). Além disso, a *U. ruziziensis* apresenta maior sensibilidade a herbicidas como o glifosato o que pode facilitar sua dessecação. Todavia, os estudos com a espécie *U. ruziziensis* são, em grande parte, para a formação de palhada no sistema de plantio direto, e são poucos os trabalhos sobre a viabilidade desse sistema utilizando a *U. ruziziensis* na época de safra, pois, em grande parte, estes estudos ocorrem para o cultivo da segunda safra (PARIZ et al., 2009).

Muitos agricultores têm indicado seu uso nos períodos de entressafra da cultura de soja, para cobertura vegetal, e como pasto durante o inverno. A boa cobertura de solo permite que sua área seja utilizada como piquete para os animais na época do frio. No período de setembro a outubro, as plantas de *U. ruziziensis* são queimadas com um herbicida à base de glifosato, gerando boa cobertura (palhada) para um novo plantio de soja (KARIA et al., 2006).

Pesquisas ainda informam que, a produção de grãos em áreas integradas com *Urochloa ssp* para formação de palhada, tem apresentado rendimentos melhores frente à produção de grãos em áreas exclusivamente agrícolas, como o plantio de soja em uma área exclusiva de soja (COSTA, J. C., & SOUZA, M. A. 2012).

### **2.3 Germinação**

A germinação é o processo de crescimento inicial da semente, de modo que possa ter a capacidade de emitir plântulas normais em condições favoráveis. É um processo complexo, envolvendo alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, que culminam com a formação de uma nova planta (JOSE, et al., 2023).

Ocorre em quatro fases: embebição, crescimento do hipocótilo e radícula, crescimento dos cotilédones e emissão da primeira folha verdadeira. Na embebição a semente absorve água, reidratando-se e ativando os processos fisiológicos necessários à germinação. Na segunda fase o hipocótilo, que é o caule da planta em formação, e a radícula, que é a primeira raiz da planta, começam a crescer. Na terceira fase os cotilédones, que são folhas modificadas que armazenam nutrientes, começam a crescer. Já na quarta fase, há a emissão da primeira folha verdadeira, que é responsável pela fotossíntese. A duração da germinação varia de

acordo com a espécie de planta. Algumas sementes germinam em poucos dias, enquanto outras podem levar semanas ou até meses (TAIZ et al., 2017).

Os principais fito-hormônios envolvidos nos processos de germinação é o ácido giberélico e o ácido abscísico. Atuando de maneiras distintas, com concentração inversamente proporcional. O ácido giberélico (giberelina) atua na superação da dormência como no controle da hidrólise de reservas, estimula a alfa-amilase e outras enzimas hidrolíticas, promovendo hidrólise de reservas armazenadas na semente. Além da alfa-amilase, existem outras enzimas hidrolíticas (protease, hidrolises, N-redutases), as quais são produzidas em resposta ao ácido giberélico. Já o ácido abscísico. atua como um inibidor da germinação, provoca dormência, atua na inibição da síntese de enzimas hidrolíticas essenciais para a quebra das reservas da sementes durante a germinação (SILVA et al., 2016; MITCHELL et al., 2018; LI; YANG; ZHANG, 2019).

Fito-hormônios com Auxina e Citocininas, possui papel fundamental na germinação, contribuindo para o sucesso do processo, atuando de maneiras diferentes. O papel da auxina e promover a emergência do coleótipo durante a germinação. A citocinina atua na divisão e no crescimento celular. (JOSE et al., 2023)

A germinação trata-se de um processo fundamental para a perpetuação das espécies vegetais, pois é por meio dela que as sementes se desenvolvem em plântulas e, posteriormente, em plantas adultas. Além disso, a germinação também é importante para a produção de alimentos, pois é por meio dela que as sementes são transformadas em grãos, cereais e outros produtos alimentícios. Este processo é afetado por uma série de fatores, que podem ser divididos em dois grupos: fatores internos e fatores externos (PIRES, R. M., et al. 2018).

O fator interno se resume a viabilidade, ou seja, a capacidade da semente germinar. Portanto, sementes com baixa viabilidade têm menor probabilidade de germinar. De acordo com Ferreira (2018, p. 282), “a viabilidade é a capacidade da semente de produzir plântulas normais em condições favoráveis e maturação. É o processo de desenvolvimento da semente, que ocorre após a fecundação”.

O processo de maturação pode ser dividido em duas fases, sendo elas a maturação fisiológica e a maturação de campo. A maturação fisiológica é a fase na qual as sementes acumulam reservas nutritivas, como proteínas carboidratos e lipídios, que serão utilizadas para o desenvolvimento da plântula. Já a maturação de campo é a fase na qual as sementes atingem as condições ambientais adequadas para a germinação. Nessa fase as sementes atingem um teor de umidade adequado e são expostas a temperaturas e luminosidade

adequadas. As sementes que não estão completamente maduras têm menor probabilidade de germinar (BEWLEY et al., 2013; MARCOS FILHO, 2008).

Os fatores externos tais como a umidade, temperatura, oxigênio e luminosidade, afetam a germinação. A umidade é essencial para a germinação, pois as sementes precisam estar úmidas para que os processos fisiológicos necessários à germinação possam ocorrer. O percentual de água ideal para a germinação varia de acordo com a espécie de planta. A temperatura também é um fator importante para a germinação, cada espécie de planta tem uma temperatura ideal para a germinação, as temperaturas baixas podem retardar ou inibir a germinação, enquanto temperaturas mais altas podem acelerar ou matar as sementes. O oxigênio é necessário para que as sementes respirem e realizem os processos metabólicos necessários à germinação. A luminosidade pode ser um fator importante para a germinação, mas depende da espécie de planta. Algumas sementes só germinam na presença de luz, enquanto outras só germinam na ausência de luz (JOSE et al., 2023; TAIZ et al., 2017).

A interação desses fatores é importante para determinar o sucesso da germinação. Por exemplo, a temperatura e a umidade são fatores que geralmente trabalham juntos. A temperatura ideal para a germinação geralmente é acompanhada de uma umidade ideal (JOSE et al., 2023). A compreensão dos fatores que afetam a germinação é importante para o sucesso da propagação de plantas por sementes. A manipulação desses fatores pode ser usada para melhorar a germinação e a produtividade das plantas.

Algumas sementes apresentam dormência, o que significa que elas não germinam mesmo quando estão expostas a condições adequadas de umidade, temperatura e oxigênio. Existem alguns tipos de dormência, como dormência exógena e endógena. A dormência exógena é provocada por impedimentos físicos das camadas externas da semente, como tegumento impermeável. A dormência endógena é causada por fatores internos da semente, com presença de inibidores naturais ou ausência de fito-hormônios necessários para a germinação. A quebra da dormência pode ocorrer espontaneamente durante o armazenamento ou ser induzida por tratamentos específicos como a escarificação, imersão em água quente ou baixas temperaturas (TAIZ et al., 2017).

Segundo Lima et al. (2007), as sementes de *U. ruziziensis* possui desuniformidade de maturação decorrente da irregularidade de florescimento dentro e entre inflorescências e dormência morfológica das sementes, o que proporciona uma germinação lenta, irregular e desuniforme. O que dificulta o estabelecimento uniforme das populações de plantas, favorecendo o surgimento de plantas invasoras em pastagem recém semeadas. Diante disso, a



utilização de técnicas que possam auxiliar na uniformidade de germinação de sementes do gênero *Uroclhoa spp* torna-se uma alternativa promissora para garantir mais qualidade destas sementes. A dormência morfológica na espécie *U. ruzizensis* pode ser superada com a utilização de métodos de estratificação de sementes em baixas temperaturas, exposição das sementes às condições específicas de temperatura, luz e umidade, exposição das sementes a fito-hormônios, como as giberelinas. (ALVES et al., 2017).

## 2.4 Ondas sonoras na germinação de sementes

Ondas Sonoras são um fenômeno físico, conceituada como ondas mecânicas que se propagam através de um meio natural, como ar, água ou um sólido. Produzidas por vibração de um objeto, podem provocar alterações na pressão, na densidade ou na temperatura. Por serem periódicas e regulares, o que significa que elas têm um padrão de vibração repetitivo (esse padrão é determinado pela frequência da onda, que é o número de vibrações por unidade de tempo) causam vibrações ordenadas nas moléculas do meio. Essas vibrações podem ter efeitos positivos na energia cinética (GHOSH et al., 2016).

A classificação de ondas mecânicas pode ocorrer de acordo com a natureza da perturbação ou com a direção de vibração das partículas no meio (JIANG et al., 2014).

A classificação de acordo com a natureza das ondas, divide ondas sonoras como ondas de pressão, ondas de cisalhamento e ondas de superfícies. Ondas de pressão são ondas que se propagam por variações de pressão, como as ondas sonoras. Ondas de cisalhamento são ondas que se propagam por variações de cisalhamento, como as ondas sísmicas. Ondas de superfície são ondas que se propagam pela superfície de um meio, como as ondas na água (TIPLER & MOSCA, 2008).

A classificação de ondas mecânicas de acordo com a direção de vibração das partículas do meio, as ondas são divididas em ondas longitudinais e ondas transversais. Ondas longitudinais são ondas em que as partículas do meio vibram na mesma direção de propagação da onda, como as ondas sonoras. Ondas transversais são ondas em que as partículas do meio vibram perpendicularmente à direção de propagação da onda, como as ondas sísmicas de superfície (ELIOPOULOS, 2006).

Pesquisas sobre os efeitos das ondas sonoras na germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas, com resultados positivos para o aumento do percentual germinativo, foram feitas por Cai et al., (2014), constatando-se a redução no período de

germinação do feijão chinês. Os resultados comprovam que o som atua no processo de germinação das sementes, provendo o aumento de energia necessária para dar início às atividades fisiológicas, que levam ao desenvolvimento do embrião e à germinação (CAMPOS, 2020).

Weinberger e Measures (1968) mostraram que a germinação de sementes de trigo foi acelerada quando as sementes foram expostas a um som monotônico de 5 kHz e 95 dB. Weinberger, P & Graefe (1973) mostraram que a germinação de sementes de feijão e milho também foi acelerada quando as sementes foram expostas a sons produzidos por humanos cantando ou tocando instrumentos.

Estudos mais recentes confirmaram esses resultados e mostraram que o som pode ter um efeito positivo na germinação de sementes de várias outras espécies. Creath e Schwartz (2004) mostraram que a germinação de sementes de quiabo e abobrinha foi acelerada quando as sementes foram expostas à reprodução de sons produzidos por pássaros. Já Vicienti (2017) mostrou que o uso de sons audíveis pode ser uma técnica eficiente de estimulação da germinação de sementes velhas de milho armazenadas em bancos de germoplasma.

Ghosh et al. (2016) exploraram os efeitos do estímulo sonoro de 5 ondas diferentes (250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 3000 Hz) sobre a expressão gênica (transcriptomas e proteomas) e mudanças hormonais das plantas e demonstraram que diversos genes de várias rotas biológicas são expressos sob influência de frequências específicas. Também Ghosh et al. (2017) estudaram o efeito específico do som monotônico de 500 Hz e 80 decibéis em plantas de *Arabidopsis* por diferentes períodos e mostraram que nove genes, entre eles o RAV1 (fator de transcrição mecanorreceptor envolvido no processo de germinação.), tiveram sua atividade induzida pelo estímulo sonoro.

Hassanien et al. (2014) mostraram que quando expostas a sons algumas espécies de plantas aumentam a quantidade de RNA mensageiro, responsável por transportar as informações genéticas atua na regulação das atividade das proteínas e processos moleculares celulares. Mishra et al. (2016) também mostraram que diversos aspectos da fisiologia das plantas, desde expressões gênicas até mecanismos de resposta à seca, sofrem alterações sob tratamentos sonoros e que essas respostas ao som são cruciais para a sobrevivência das plantas.

As vibrações causadas por ondas sonoras podem contribuir para formação de mudas e modificar a síntese de fito-hormônios nas plântulas, como, a giberelinas, auxinas, citocininas,

que regulam os processos celulares vegetais e orquestram a maioria dos aspectos da fisiologia vegetal, incluindo crescimento e desenvolvimento das plantas (TIZAZU et al., 2019).

A produção de mudas também pode ser obtida a partir da micropropagação ou cultura de tecidos e, nessas condições, as ondas sonoras também podem ser utilizadas de forma combinada a essas técnicas proporcionando aumento na organogênese. Já se sabe, por exemplo, que o ultrassom pode ser utilizado como um tipo de estímulo para se iniciar uma série de processos bioquímicos nas células das plantas (FIROOZI et al., 2019).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fisiologia e Genética e no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de São João del-Rei, campus de Sete Lagoas-(UFSJ-CSL) MG.

As sementes de *U. ruziziensis* foram doadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), unidade localizada na Cidade de Sete Lagoas-MG. As sementes utilizadas foram sementes classificadas de acordo com o Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com sementes certificada de 1º geração, resultante da multiplicação de semente básica, produzida em campo específico de acordo com as normas estabelecidas pela Entidade Certificadora com pureza de 98,3% e germinação de 85% (BRASIL, 2013).

As sementes foram divididas em dois grupos. O primeiro grupo de sementes foi submetido ao procedimento de envelhecimento acelerado, que consistiu em submeter as sementes a temperatura 48 graus celsius por 48 horas em uma incubadora do tipo BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio). O segundo grupo permaneceu nas condições iniciais. Os dois grupos de sementes foram subdivididos em três grupos para cada condição, totalizando seis subgrupos.

Decorrido o tempo do procedimento, as sementes foram submetidas aos tratamento que consistiram em submeter as sementes às ondas de 0Hz, 300Hz e 1000Hz durante um período de uma hora. As sementes foram dispostas em uma caixa gerbox, sem a tampa, em seguida colocadas dentro de uma caixa de isopor com gerador acoplado. As ondas sonoras foram geradas por um aparelho celular, por meio do aplicativo Frequency Generator®, disponível para download no site <https://frequency-generator-app.softonic.com.br>. A distância entre o aparelho e as sementes foi de aproximadamente sete centímetros. Posteriormente a caixa foi fechada e isolada, para o início do tratamento. As sementes foram submetidas ao

tratamento com ondas sonoras por 60 minutos. Os dois grupos de sementes foram submetidas aos tratamentos em conjunto.

Após o tratamento, as sementes foram dispostas em bandejas contendo substrato comercial BIOPLANT Plus®. Cada bandeja correspondeu a uma repetição, em um total de quatro repetições por tratamento. Assim, cada bandeja recebeu cinquenta sementes, totalizado 200 sementes por tratamento. No total foram 24 bandejas, as quais foram umedecidas e mantidas em incubadora do tipo BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por um período de 21 dias sob temperatura de 25 graus celsius. Não houve necessidade de fornecimento de luz para as sementes.

Durante o período de 21 dias foi contabilizado diariamente as sementes que emergiram. Passado o tempo de incubação, sugerido pelo RAS (Regras de análise de sementes) as plantas foram avaliadas quanto à porcentagem de plantas normais, ou seja, aquelas que após o período de incubação foram capazes de gerar plantas sadias e bem desenvolvidas. A contagem diária das plantas emergidas possibilitaram os cálculos do percentual de vigor, o percentual de germinação e o índice de velocidade de germinação.

Os cálculos de percentual de vigor pela primeira contagem de emergência, foram utilizados para avaliar capacidade das sementes germinar e produzir uma plântula normal. Assim, foram utilizadas as leituras correspondentes ao sétimo dia após o início do experimento, e contabilizadas a porcentagem do número de plantas emergidas por tratamento. Para esse cálculo foi utilizado a seguinte fórmula VI:

$$VI (\%) = \frac{\text{numero de plantas emergidas em 7 dias}}{\text{numero de sementes por tratamento}} \times 100$$

Já para o teste de germinação, foi utilizado o número de plantas germinadas após 21 dias de tratamento, e feito a sua porcentagem, segundo a fórmula:

$$\text{Germinação } (\%) = \frac{\text{numero de plantas emergidas ao final do experimento}}{\text{numero de sementes por tratamento}} \times 100$$

O índice de velocidade de germinação (IVG) é uma medida da velocidade com que as sementes germinam. Foi calculado dividindo o número de sementes germinadas por dia pelo número de dias desde a semeadura:

$$IGV (\%) = \sum \frac{\text{numero de plantas emergidas no dia}}{\text{numero de dia(s) a partir do inicio da semeadura}}$$

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo analisado separadamente os dados com as sementes envelhecidas e os com as sementes normais

As variáveis analisadas foram comprimento do hipocótilo, comprimento da raiz, massa da matéria fresca, massa da matéria seca. A determinação da altura das mudas foi realizada com paquímetro digital (mm) tomando como referência a distância do colo ao ápice radicular e caulinar da muda. O peso da massa fresca foi obtido pesando a parte aérea em conjunto com a raiz em uma balança de precisão. Este material foi levado à estufa com circulação de ar forçando a temperatura de 43°C por 48 horas para determinação do peso da matéria seca.

Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e os tratamentos quantitativos que corresponderam às ondas sonoras foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

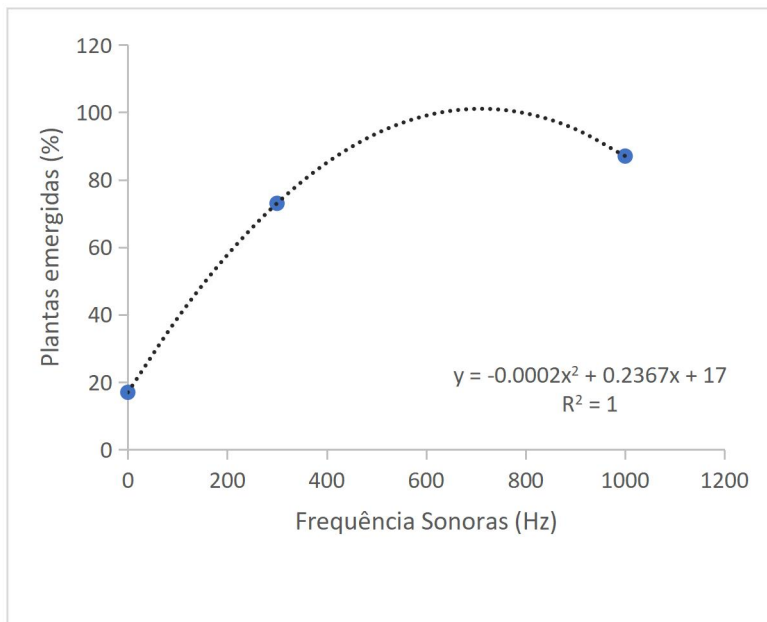
### **4.1 Grupo de sementes submetidas ao procedimento de envelhecimento acelerado**

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos para as variáveis massa da matéria fresca (MMF), massa da matéria seca (MMS), número de sementes viáveis (NSV), número de sementes mortas (NSM), percentual de vigor de primeira contagem (PV), percentual de germinação (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos para as comprimento de raiz (CR) e no comprimento do hipocótilo (CH).

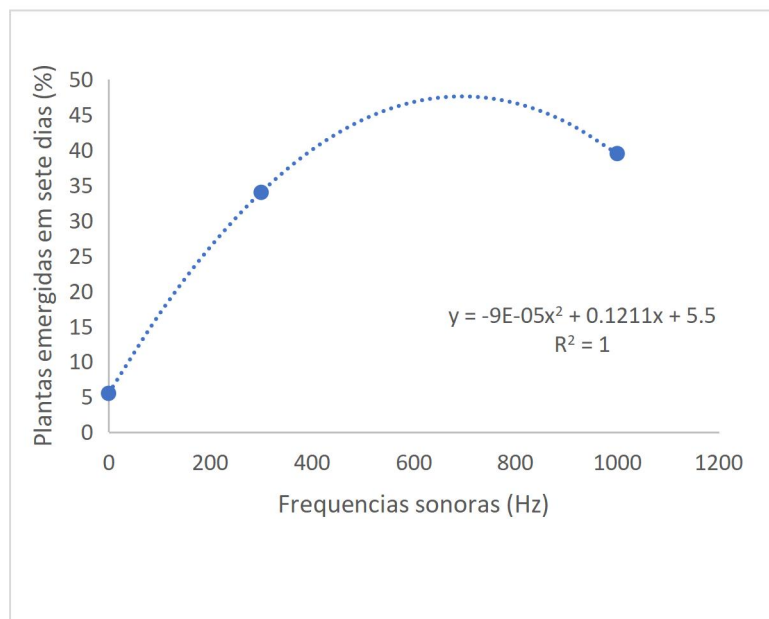
As variáveis MMF, MMS, NSV, NSM, PV, PG e IVG apresentaram resposta ao modelo de regressão quadrático. Os valores de ajuste do modelo quadrático aos dados citados ( $R^2$ ) foram de 100% para todas as variáveis, tendo em vista que foram três tratamentos avaliados. O modelo quadrático ao qual as essas variáveis se encaixaram indicam que os tratamentos com ondas sonoras implicaram em um efeito positivo nas mesmas.

Em relação ao percentual de germinação (Figura1), percentual de vigor (Figura 2) e índice de velocidade de germinação (Figura3), os tratamentos com ondas sonoras apresentaram resultados superiores, quando comparamos com o tratamento testemunha. Para o tratamento 1000 Hz, as s variáveis PG e PV resultaram 87 e 39,5%, correspondendo a um

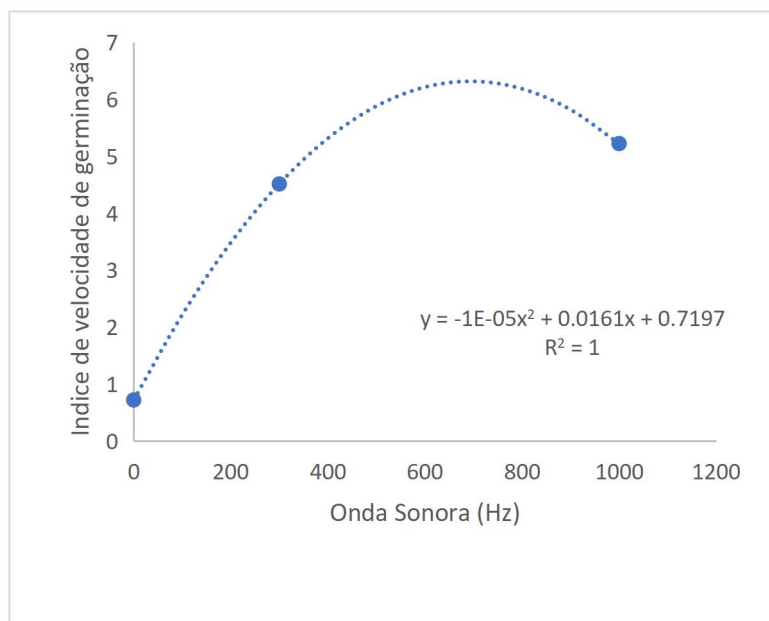
aumento de 411% e 618%, respectivamente. No tratamento 1000 Hz o IVG apresentou aumento de 625%, quando comparado ao tratamento. Já para a onda de 300 Hz, os valores de PG e PV encontrados foi de 87 e 34,%, representando aumento de 329 e 518%, respectivamente, em relação ao tratamento sem ondas sonoras. Em estudos publicados por Santos (2016), onde trabalhou com sementes de milho, utilizado ondas de 200 Hz por 24 horas observou o aumento de 60% quando comparado com o grupo controle, 0 Hz.



**Figura 1**-Efeito da ondas sonora no percentual de plantas emergidas



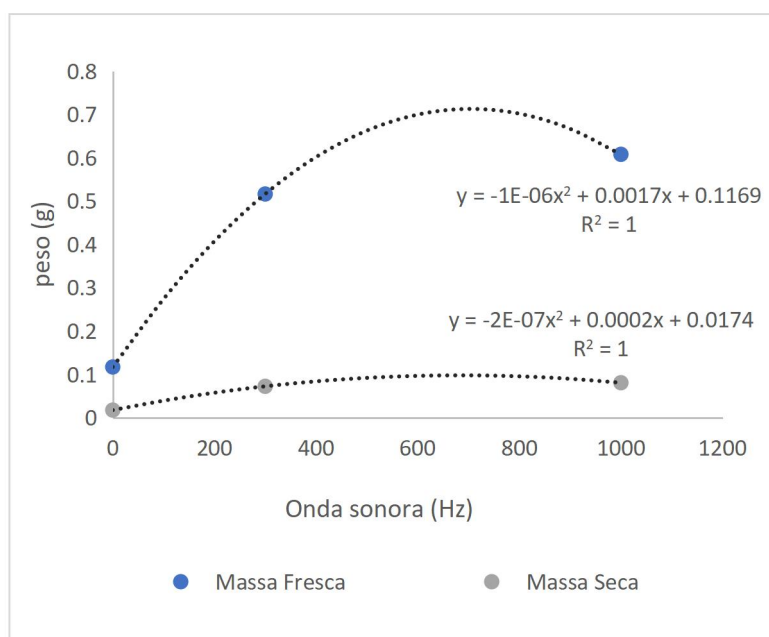
**Figura 2.** Efeito da ondas sonora no percentual de vigor.



**Figura 3.** Efeito da ondas sonora no índice de velocidade de germinação.

Na Figura 4 são apresentados os efeitos dos tratamentos em relação a massa matéria seca (MMS) e massa da matéria fresca (MMF). Considerando o parâmetro MMF, verificou-se que a ondas de 300Hz provocou o aumento de 341,5% e a de 1000 Hz o aumento de 420%, na massa da matéria seca, ambos comprados com o grupo que não recebeu o tratamento sonoro. No parâmetro MMS observou que para as ondas de 300 Hz houve aumento de 315% e para as ondas de 1000 Hz, aumento de 363% quando comparado a testemunha (0 Hz).

Resultado encontrados por Cai et al (2014), em trabalho realizado com feijão mung, submetidos a diferentes ondas sonoras por 72 horas, comprovou que a aplicação de ondas sonoras promoveu um aumento significativo na germinação, emergência e crescimento da espécie. As sementes que foram expostas aos tratamentos com ondas sonoras em torno de 2000 Hz, originou plantas que apresentarem aumento de para massa fresca de 116%, quando comparada ao testemunha.

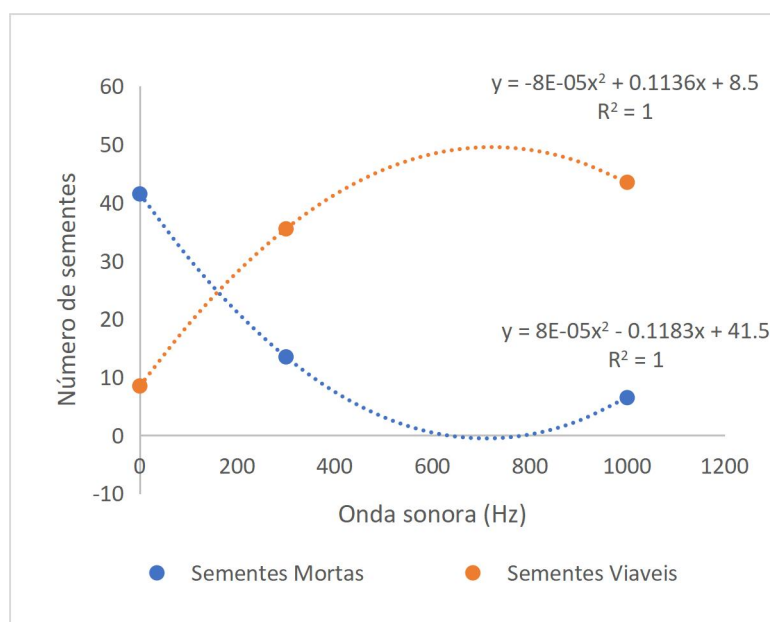


**Figura 4.** Efeito das ondas sonora no peso das massas fresca e massa seca.

Com relação aos parâmetros números de sementes viáveis (NSV) e número de sementes mortas (NSM) (Figura 5) foi observado que os números de sementes viáveis, dos tratamentos com ondas sonoras, foram superiores ao número de sementes viáveis oriundo do tratamento testemunha, a partir de um comportamento quadrático.

Analisando o parâmetro NSM, foram observadas 13,5 e 6,5 sementes para os tratamentos de 300 e 1000 Hz, correspondendo a uma redução de 30 e 36 %, respectivamente, quando comparado a testemunha. Já para a variável NSV, foram observadas 35,5 e 43,5 sementes para os tratamentos de 300 e 1000 Hz, correspondendo a um aumento de 317,6 e 394%, respectivamente, quando comparados ao tratamento testemunha. Viana, (2020) constatou que as vibrações causadas por ondas sonoras podem influenciar a formação de mudas e alterar a síntese de fito-hormônios nas plântulas, sendo os fito-hormônios responsáveis por regular os processos celulares vegetais incluído crescimento e o desenvolvimento.





**Figura 5.** Efeito das ondas sonora no número de sementes viáveis e sementes mortas

Não foram significativas ( $P > 0,05$ ) as diferenças encontradas entre os tratamentos 0, 300 e 1000 Hz para as variáveis comprimento do hipocótilo (CH) e comprimento da raiz (CR), apresentando médias gerais de 79,34 mm e 47,53 mm. Para a análise das variáveis citadas, foram considerados apenas os indivíduos que emergiram, dessa forma, as sementes do tratamento testemunha que conseguiram emergir, geraram indivíduos com médias de comprimentos de hipocótilo e comprimento de raiz estatisticamente iguais aos demais tratamentos avaliados.

Considerando os resultados das variáveis analisadas, percentual de germinação (PG), percentual de vigor (PV), massa da matéria seca (MMS), massa da matéria fresca (MMF). Os resultados não significativo das variáveis comprimento de hipocótilo (CH) e comprimento de raiz (CR) não são pertinentes, uma vez que, as sementes que foram submetidas aos tratamentos com ondas sonoras apresentaram resultados positivos para as demais variáveis.

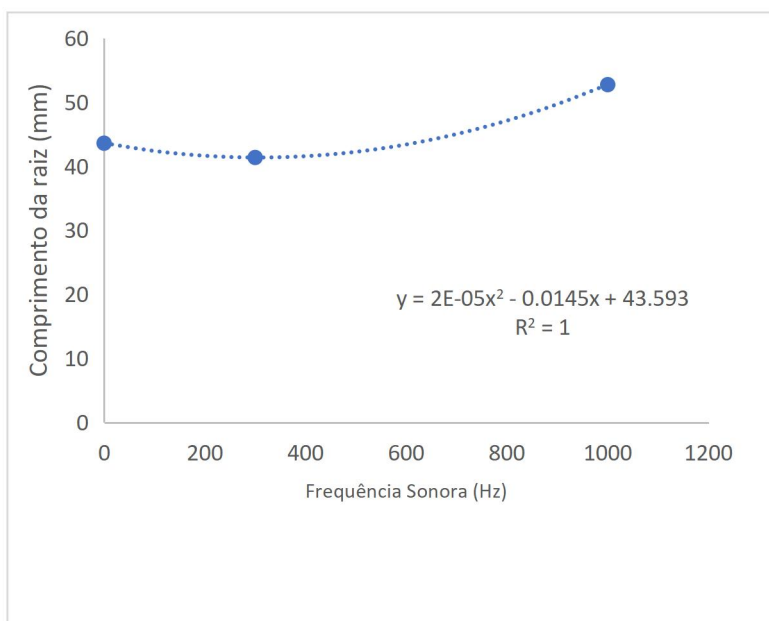
## 4.2 Sementes em condições Normais

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sonoros das sementes sem envelhecimento somente para a variável tamanho de raiz (TR). As variáveis massa de matéria

fresca (MMF), massa da matéria seca (MMS), número de sementes viáveis (NSV), número de sementes mortas (NSM), vigor (PV), percentual de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e no comprimento do hipocótilo (TC) não apresentaram resultados significativos ( $P>0,05$ ).

A variável TR respondeu de forma quadrática às ondas sonoras testadas. O valor de ajuste do modelo quadrático foi de 100% tendo em vista que foram três tratamentos avaliados.

Analisando o efeito dos tratamentos para o parâmetro tamanho de raiz (Figura 6) verificou-se que o resultado para a ondas aplicada de 1000 Hz apresentou a maior média, quando comprado aos demais tratamentos. Foram observadas as médias de 43,59; 41,36 e 52,73 mm para os tratamentos 0, 300 e 1000Hz, respectivamente. Foi observada menor comprimento da raiz no tratamento 300Hz, quando comparado a testemunha e o tratamento 1000Hz, que por sua vez apresentou resultado 20% superior ao tratamento sem a aplicação de ondas sonora.



**Figura 6.** Efeito das ondas sonora no comprimento da raiz

Os resultados do experimento não demonstram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos 0, 300 e 1000 Hz para as variáveis massa da matéria fresca (MMF) com média 0,73 g, massa da matéria seca (MMS) com média de 0,087g, número de sementes viáveis (NSV) com média de 23,42, número de sementes não viáveis (NSM) com médias de 26,58

comprimento do hipocótilo (CH) com média 91,01mm, percentual de vigor (PV) com média de 33,67%, percentual de germinação (PG) com média de 50,33% e índice de velocidade de germinação (IVG) com média de 3,93 plantas emergidas por dia.

Uma possível explicação para os resultados não significativos é a qualidade da semente utilizada. As sementes utilizadas no experimento eram sementes certificadas de primeira geração, que apresentava alta taxa de germinação e vigor. Nesse caso, os tratamentos de 300 e 1000Hz não foram capazes de melhorar as características dessas sementes.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que as ondas sonoras nas ondas de 300 e 1000 Hz, apresentam-se como uma ferramenta promissora para melhorar a emergência e o desenvolvimento de plantas de *Urochloa ruziziensis*. Esses resultados sugerem que as ondas sonoras podem ajudar a recuperar a viabilidade das sementes envelhecidas, promovendo um desempenho equivalente ao de sementes. O tratamento com ondas sonoras é indicado para sementes envelhecidas.

Ressalto a importância de novos testes com outras espécies de forrageiras e análises mais profundas a fim de compreender quais são os efeitos das ondas sonoras nas sementes.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, B. A. et al. **Germinação de sementes de forrageiras do gênero *Brachiaria* em função dos ambientes e tempos de armazenamento.** Global Science and Technology, Goiânia, v. 10, n. 01, p. 11-19, 2017

ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S.; ABREU, A. de Q.; SANTOS, D. M. DOS. **Técnicas de plantio direto.** In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 2., 2016, Sinop. Recuperação de pastagens: anais. Cuiabá: Fundação Uniselva, 2016.p. 54-92.

ANOSHEH, H. P., SADEGHI, H., & EMAM, Y. **Chemical priming with urea and KNO<sub>3</sub> enhances maize hybrids (*Zea mays* L.) seed viability under abiotic stress.** Journal of Crop Science and Biotechnology, 14 (4), 2015, 289-295

BASKIN, D. C.; BASKIN, J. M. **Dormancy and germination of seeds: a review of recent advances.** Revista Brasileira de Botânica, 43, 4, 609-620, 2020.

BEWLEY, J. D., BRADFORD, K. J., & BLACK, M. (2013). **Seed germination and dormancy.** Oxford: Blackwell Publishing.

BHANDAWAT, A.; JAYASWALL, K.; SHARMA, H.; ROY, J. (2020). **Sound as a stimulus in associative learning for heat stress in *Arabidopsis*.** Communicative & Integrative Biology, 13:1, 1-5p.

BOCHU, W.; JIPING, S.; BIAO, L.; JIE, L.; CHUANREN, D. (2004). **Soundwave stimulation triggers the content change of the endogenous hormone of the *Chrysanthemum* mature callus.** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, v. 37, n. 3-4, p. 107–112.

BOCHU, W.; XIN, C.; ZHEN, W.; QIZHONG, F.; HAO, Z.; LIANG, R. (2003). **Biological effect of sound field stimulation on paddy Rice seeds.** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, v. 32, n. 1, p. 29–34.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Dispõe sobre os procedimentos para a produção e a comercialização de sementes de soja, arroz, feijão, milho, trigo, algodão e sorgo, e dá outras providências. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF, p. 38-46, 18 set. 2013.

CAI, W.; HE, H.; ZHU, S.; WANG, N. (2014). **Biological effect of audible sound control on Mung Bean (*Vigna radiate*) Sprout**. BioMed Research International, v. 2014, p. 1–6, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/931740>.

CAMPOS, C. M. (2020). **Alterações moleculares por sinais sonoros nas cascatas regulatórias da germinação de sementes**. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27927>

CARDOSO, P. S. M.; SILVA, A. L. S.; PEREIRA, J. A. M. (2010). **The quality of tropical forages: a review of the literature**. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(11), 2045-2056.

CARVALHO, J. O.; SOUZA, M. A. (2008). ***Brachiaria ruziziensis*: uma alternativa para a produção de forragem no Cerrado**. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(4), 959-966.

CHOUDHURY, M.S.; CHANDRAKALA, K. (2014). **Effect of ultrasonic waves on seed germination and seedling growth of mungbean (*Vigna radiata* L.)**. Journal of the American Society for Horticultural Science, 139(3), 359-363.

COSTA, J. C.; SOUZA, M. A. (2012). **Produção de grãos de soja em sistema de integração lavoura-pecuária com *Brachiaria ruziziensis***. Revista Brasileira de Zootecnia, 41(6), 1657-1663

DE-NOVA, M. A.; CUESTA-MARCOS, A.; SÁNCHEZ-MORENO, S.; ET AL. **Dormancy and germination of seeds: a comprehensive review**. Annals of Botany, 120, 1, 1-29, 2022.

Euclides, V. P. B. (1995). **Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum***. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 12, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.245-73.

EUCLIDES, V. P. B., MACEDO, M. C. M., VALLE, C. B., BARBOSA, R. A., & GONÇALVES, W. V. (2008). **Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Urochloa brizantha* sob pastejo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43(12), 1805-1812.

ex A. Rich.) Stapf. 2007. 48 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

FAO. (2016). Global assessment of forage production and utilization. Rome: FAO

Ferreira, A. G. (2018). **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR**, 2011

FERREIRA, G. A., FERREIRA, J. L., SILVA, J. A., ARAÚJO, J. S., & SOUZA, M. A. (2015). **Produtividade de soja sob diferentes alturas de pastejo de *Urochloa ruziziensis* em sistema integrado de produção agropecuária**. Revista Ciência Agronômica, 46(4), 755-763.

FIROOZI, B., NASSER, Z., SOFALIAN, O., & SHEIKHZADE-MOSADEGH, P. (2019). In vitro indirect somatic embryogenesis and secondary metabolites production in the saffron: Emphasis on ultrasound and plant growth regulators. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 25, 1-10.

GHOSH R, MISHRA RC, CHOI B. **Exposure to sound vibrations lead to transcriptomic, proteomic and hormonal changes in *Arabidopsis***. *Scientific Reports*, 2016.

HASSANIEN, R.H.E. ET AL. (2014) **Advances in Effects of Sound Waves on Plants**. J. Integr. Agr. 13, 335-348.

JOSE, S. C. B. R.; SILVA, D. A. da; VIEIRA, E. S. N. **Germinação**. In SALOMAO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; GIMENES, M. A.; SANTANA, D. G. de; CAVALCANTI, T. B. (ed.). *Sementes : o produtor pergunta, a Embrapa Responde*. Brasília, DF : Embrapa, 2023. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1157433/1/500-PERGUNTAS-Sementes-ed-01-2022-2-Ana-Flavia-do-Nascimento-Dias-1.pdf>

KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. de. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin.) Griseb no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 57 p. [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC2009/27809/1/doc\\_163.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC2009/27809/1/doc_163.pdf)

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der erde. gotha**: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

- LI, Q.; YANG, A.; ZHANG, W. H. **Higher endogenous bioactive gibberellins and  $\alpha$ -amylase activity confer greater tolerance of rice seed germination to saline-alkaline stress.** Environmental and Experimental Botany, Barcelona, v. 162, p. 357-363, 2019
- LIMA, A.E.D. **Condicionamento osmótico de sementes de *Brachiaria brizantha*** (Hochst. Marcos Filho, J. (2008). **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ.
- MISHRA, R. C.; GHOSH, R.; BAE, H. **Plant acoustics: in the search of a sound mechanism for sound signaling in plants.** Journal of experimental botany 67, 2016, 4483-4494.
- MITCHELL, J. et al. **Gibberellin response in the embryo epidermis regulates germination uniformity in response to seed priming.** bioRxiv, Laurel Hollow, 436121, 2018.
- MORAES, J. C. **Fisiologia de sementes.** 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017.
- OLIVEIRA, F. B., SILVA, J. A., ARAÚJO, J. S., & SOUZA, M. A. (2020). **Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas Nelore em pastagem de *Brachiaria ruziziensis*.** Revista Brasileira de Zootecnia, 49(10), 2226-2233.
- PACIULLO, D.S.C. **Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras.** Ciênc. Rural, v.32, p.357-364, 2002.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. **Degradação in vitro de tecidos da lamina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento.** Rev. Bras. Zootec., v.31, p.900-907, 2002
- PARIZ, C. M. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria* e avaliação da produtividade de massa seca, em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária sob irrigação.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 330-340, 2010.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S.; CHIODEROLI, C. A. **Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavourapecuária.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v.39, n.4, p.360-370, 2009.
- PEIXOTO, M. V. S.; SILVA, F. J.; FERREIRA, M. D. (2012). **Gramíneas forrageiras: biologia, produção e utilização.** Viçosa: Editora UFV.

PEREIRA, A. S., & MANTOVANI, E. C. (2004). **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. UFV.

PETRAGLIA, M.; ET AL. (2018). **Effect of acoustic waves on seed germination and seedling growth of soybean (*Glycine max* L.)**. Journal of Plant Growth Regulation, 37(3), 537-543.

PIRES, R. M., SILVA, J. A., ARAÚJO, J. S., & SOUZA, M. A. (2018). **Efeito da adubação nitrogenada na produtividade da *Brachiaria ruziziensis* em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 42(1), 221-232.

RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B. do; BARRIOS, S. C. L.; SANTOS, M. F. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DAS VERTENTES, 2., 2015, São João del Rei. Anais. São João del Rei: UFSJ, 2015. p. 114-130.

SANTOS, ANA JÚLIA RIBEIRO DOS. **Respostas do crescimento e desenvolvimento de milho e rabanete sob diferentes frequências de ondas mecânicas**. Orientador Leonardo Lucas Carnevalli Dias; coorientador Anderson Oliveira Latini. 2016 60 p. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) 2016

SANTOS, E. M. dos; SIQUEIRA, I. M. G.; FONSECA, C. E. L. da; CARMONA, R.; PESSOA FILHO, M. A. C. de P. **Produtividade de forragem, qualidade bromatológica e parâmetros genéticos em uma população de famílias de meios-irmãos de braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 32., 2023.

SILVA, A. C., SILVA, J. A., SOUZA, M. A., & ALMEIDA, M. A. S. (2019). **Produção de feno de *Brachiaria ruziziensis* em diferentes idades de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, 48(6), 1089-1096.

SILVA, T. A. D. et al. **Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade**. Ciência Rural, Santa maria, v. 46, n. 2, p. 227-232, 2016.

SOUZA SOBRINHO, F. de; LÉDO, F.J. da S.; KOPP, M.M.; PEREIRA, A.V.; SOUZA, F.F. DE. **Melhoramento de gramíneas forrageiras na Embrapa Gado de Leite**. In: simpósio de forragicultura e pastagens, 7, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, 2009. p.98- 111, 2009.



SOUZA, C. M. M.; OLIVEIRA, R. S. **Propagação de ondas sonoras: uma revisão**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 45, e20220029, 2023.

SOUZA, J. R. DE, LACERDA, J. DE J., MORAIS, O. M., & SILVA, J. P. (2017). **Germinative potential of encrusted seed of tropical forage species**. *Ciencia rural*, 47(2) .<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151089>

SOUZA, R. A.; SOUZA, J. M. M. **Ondas sonoras: uma revisão**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e20210042, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MÖLLER, I. B. **Fisiologia vegetal** (6a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 788p

TIZAZU, Y.; AYALEW, D.; TEREFE, T.; ASSEFA, F. **Evaluation of seed priming and coating on germination and early seedling growth of sesame (*Sesamum indicum*L.) under laboratory condition at Gondar, Ethiopia**. *Cogent Food & Agriculture*, 5: 2019.

VALLS, J. F. M.; ZAGO, C. A. **Gramíneas do Brasil: Características Morfológicas, Anatômicas e Fisiológicas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. 484 p.

VAN SOEST P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca. New York: Cornell University Press,1994.

VIANA, C. DOS S., GUIMARÃES, M. DE A., LEMOS NETO, H. DE S., RABELO, J. DA S., LIMA NETO, B. P., & SAMPAIO, I. M. G. (2020). **Ondas sonoras tem efeito positivo na germinação de sementes e produção de mudas de hortaliças / sound waves have a positive effect on seed germination and seedling production in vegetables**. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 66041–66048. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-146>

VICIENT, C. (2017) **The effect of frequency-specific sound signals on the germination of maize seeds**. *BMC Re. Notes*. 10, 323.





Universidade Federal  
de São João del-Rei

## ANEXO 1

### Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Anna Luisa Souza Leite, RG MG-18.106341Org. Exp.SSP, CPF123.567.456-88, e-mail: annaluisaleite@hotmail.com, telefone (31)986884619. na qualidade de titular dos direitos de autor que recaem sobre minha produção:

trabalho de conclusão de curso    dissertação de mestrado    tese de doutorado  
 (outro)

título Utilização das ondas sonoras na germinação e vigor de sementes da espécie *Urochloa ruziziensis*, defendida em: 15/02/2024, no programa de  Graduação    Pós-Graduação em Engenharia Agrônômica, com fundamento nas disposições sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimento de direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica gerada pela universidade, a partir desta data.

Autorizo a liberação:  Total  Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros da banca examinadora, data de defesa, entre outros). Motivo:

#### Obs.:

1. - **No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.**
2. - **Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.**
3. - **O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.**

Sete Lagoas, MG, 16 de fevereiro de 2024.

**Assinatura do Autor**