



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**MARCOS DA SILVA MAIA**

**Desempenho morfoagronômico e fisiológico do rabaneteiro sob influência do  
som: estudo preliminar**

**FORTALEZA**

**2019**

MARCOS DA SILVA MAIA

Desempenho morfoagronômico e fisiológico do rabaneteiro sob influência do som:  
estudo preliminar

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

Coorientadora: MSc. Caris dos Santos Viana

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M187d** Maia, Marcos da Silva.  
Desempenho morfoagronômico e fisiológico do rabaneteiro sob influência do som: estudo preliminar / Marcos da Silva Maia. – 2019.  
31 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães .  
Coorientação: Profa. Ma. Caris dos Santos Viana .
1. Raphanus sativus L. 2. Vibrações sonoras. 3. Intensidade do som. I. Título.

CDD 630

---

MARCOS DA SILVA MAIA

Desempenho morfoagronômico e fisiológico do rabaneteiro sob influência do som:  
estudo preliminar

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias  
da Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 22/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

MSc. Caris dos Santos Viana (Coorientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

MSc. Janiquelle da Silva Rabelo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Agrônomo Benedito Pereira Lima Neto  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Valdênio e Francilene.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado discernimento e sabedoria para enfrentar todos os problemas durante o caminho e por ter me deixado forte nos momentos de mais precisão.

Aos meus pais e irmã – Valdênio, Francilene e Mylena – por ter sido minha base durante todos os meus anos de vida, dando amor, carinho e atenção, me ensinando sempre a ser uma pessoa melhor sempre.

A Kézia Nunes, que foi uma benção na minha vida, sempre me dando o apoio quando eu estava precisando, sendo uma companheira excepcional, permanecendo ao meu lado nos momentos difíceis e sempre me dando amor, será minha eterna paixão.

Aos meus melhores amigos, Rafael e Cláudio, por vários anos de parceria, me aconselhando e me divertindo por quase oito anos, tenho uma gratidão enorme.

Ao meu orientador, Professor Dr. Marcelo de Almeida Guimarães, por ter me dado uma oportunidade no momento que eu mais precisava, acreditado no meu potencial e sempre buscado o meu melhor.

A Caris Viana, por ter sido uma coorientadora maravilhosa e, mesmo com um tempo muito curto, sempre esteve a disposição para mim, quando eu precisava.

Ao Benedito Pereira, por ter sido um grande amigo durante esses anos de NEON, sempre disposto a ajudar, alegrando todos ao seu redor.

Aos funcionários da Horta Didática da UFC, que sempre tiravam um pouco do seu tempo para me ajudar.

Ao Núcleo de Estudos em Olericultura do Nordeste (NEON) e todos que fazem parte do grupo – Ana Régia, Janiquelle, Alana, Bruna, Davi, Iana, Lázaro, Júlia, Nailson, Natália, Pedro, Ronaldo – por todo o conhecimento compartilhado, os momentos de descontração, trabalho, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos, tanto os que partilharam comigo os cinco anos de graduação, quanto os que acompanhavam cada passo meu, agradeço por cada ajuda, todos foram importantes para mim.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.”  
Frederick Herzberg

## RESUMO

O rabanete é uma hortaliça de ciclo curto, cuja raiz tuberosa apresenta importância econômica. Para o cultivo desta cultura, pode-se empregar tecnologias que possam contribuir com o aumento da produtividade gerando maior retorno econômico. Uma das técnicas que vem sendo avaliadas para algumas hortaliças é o uso de vibrações sonoras, cujos resultados têm sido favoráveis para diversas características. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho analisar a influência de diferentes tipos de som nas características morfoagronômicas e fisiológicas de plantas de rabanete. A pesquisa foi realizada na Horta Didática da Universidade Federal do Ceará. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram diferentes tipos de som: T1 – controle (sem aplicação de som); T2 – som de natureza; T3 – som de água; T4 – som de ruído. Todos os sons foram aplicados com a mesma intensidade, 70 dB. Foram avaliados o número de folhas, altura da planta, diâmetro e comprimento da túbera, comprimento da raiz, massa fresca e seca da parte aérea, túbera e raiz, área foliar, trocas gasosas e clorofilas 'a' e 'b'. Os resultados mostraram que não houveram diferenças entre os tratamentos e o controle, tanto para as características morfoagronômicas, quanto para as características fisiológicas. Conclui-se que para as condições de realização deste trabalho, os tratamentos realizados não foram capazes de gerar diferença entre os fatores morfoagronômicos e fisiológicos de plantas de rabanete, sendo necessária a alteração de alguns parâmetros experimentais e novas avaliações para a determinação da existência ou não de interferência do som no desenvolvimento de plantas de rabanete.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* L. Vibrações sonoras. Intensidade do som.



## ABSTRACT

Radish is a short-cycle vegetable whose tuberous root has economic importance. For the cultivation of this crop, technologies can be used that can contribute to increased productivity, generating greater economic return. One of the techniques that have been evaluated for some vegetables is the use of sound vibrations, whose results have been favorable for several characteristics. Thus, the objective of this study was to analyze the influence of different types of sound on the morphological and physiological characteristics of radish plants. The research was conducted at the "Horta didática" of the Federal University of Ceará. A randomized block design with four treatments and four replications was used. The treatments were different types of sound: T1 - control (without sound application); T2 - sound of nature; T3 - sound of water; T4 - sound of noise. All sounds were applied with the same intensity, 70 dB. Leaf number, plant height, diameter and length of tubers, root length, fresh and dry mass of shoots, tubers and roots, leaf area, gas exchange and chlorophylls 'a' and 'b' were evaluated. The results showed that there were no differences between the treatments and the control, neither for the morphoagronomic characteristics nor for the physiological characteristics. It was concluded that, for the conditions of this work, the treatments were not able to generate difference between the morphological and physiological factors of radish plants, being necessary to change some experimental parameters and new evaluations to determine the existence or not of sound interference on the development of radish plants.

**Keywords:** *Raphanus sativus* L. Sound vibrations. Intensity of sound.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro do ambiente protegido durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019.....                            | 20 |
| Figura 2 - Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro das caixas de MDF, entre 08 e 10 horas da manhã, durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019..... | 21 |
| Figura 3 - Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro das caixas de MDF, entre 13 e 15 horas da tarde, durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019..... | 21 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Número de folhas (NF), altura do primórdio foliar (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro da túbera (DTU), comprimento da túbera (CTU) e área foliar (AF) de plantas de rabanete em função de diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019.....                             | 24 |
| Tabela 2 - Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa fresca da túbera (MFTU), Massa fresca da raiz (MFR), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa seca da túbera (MSTU) e Massa seca da raiz (MSR) de plantas de rabanete em função de diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019..... | 24 |
| Tabela 3 - Transpiração (E), Condutância estomática (gs), Fotossíntese líquida (A), Clorofila A e B, em função dos diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019.....   | 25 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                          | 13 |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....               | 14 |
| 2.1 A cultura do rabanete.....                     | 14 |
| 2.2 A influência do som no cultivo de plantas..... | 16 |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                  | 19 |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....              | 23 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b> .....                           | 27 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                           | 28 |

## 1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.), é uma hortaliça tuberosa que apresenta um dos menores ciclos produtivos, podendo ser colhida entre 25 e 35 dias após a semeadura (LUCCHESI *et al.*, 1976). Pertencente à família Brassicaceae, onde estão inclusos 300 gêneros e por volta de 3700 espécies, o rabaneteiro é produzido em maior escala no leste asiático (PEREIRA, 2002; BAE, 2015; RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1997). De acordo com o último censo agropecuário que incluía a cultura, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, foi encontrado que a produção nacional de rabanete se aproxima de 9,050 toneladas (IBGE, 2017), sendo a maior parte proveniente de propriedades com 2 a 4,99 hectares, localizadas nos cinturões verdes das grandes metrópoles (FERREIRA; ZAMBON, 2004).

O cultivo do rabaneteiro apresenta elevada rentabilidade com rápido giro de capital (LINHARES *et al.*, 2015). Apesar da pouca utilização de novas tecnologias e técnicas de cultivo para a cultura, suas adoções podem contribuir para o aumento na eficiência produtiva, aumentando, assim, o retorno financeiro para os produtores (MELO *et al.*, 2014).

Uma das técnicas que vem sendo estudadas para várias espécies de plantas, dentre elas as hortaliças, é o uso de vibrações sonoras com o objetivo de se aumentar a produção e qualidade das plantas (QI *et al.*, 2010; MENG *et al.*, 2012; HOU, MOONEYHAM, 1999; ZAKARIYA *et al.*, 2017) de forma sustentável.

Segundo os pesquisadores citados acima, em morango (*Fragaria ananassa*) pôde-se constatar um crescimento mais vigoroso, a antecipação do florescimento e da colheita, maior número de flores, frutos, teor de clorofila e taxa fotossintética líquida. Em espinafre (*Spinacia oleracea*) houve aumento do comprimento, da largura da folha, do peso fresco e do teor de açúcar. Na alface (*Lactuca sativa* L.) houve aumento de seu peso fresco. Também para a mostarda (*Brassica rapa* var. parachinensis) observou-se aumento na condutância estomática e nível de clorofila a e b nas plantas.

Com base no exposto e levando-se em consideração que, até o presente momento, não foram divulgados resultados de pesquisas que avaliem os efeitos da utilização de sons em plantas de rabanete, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de diferentes tipos de som nas características morfoagronômicas e fisiológicas de plantas de rabanete.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do Rabanete

O rabaneteiro pertence à família Brassicaceae, gênero *Raphanus*, espécie *Raphanus sativus* L. (PEREIRA, 2002; FILGUEIRA, 2013). É uma das hortaliças mais antigas a serem cultivadas, havendo relatos de seu cultivo há mais de três mil anos atrás no antigo Egito, onde suas folhas eram consumidas. Há controvérsias quanto a sua origem. Alguns pesquisadores acreditam que a cultura é proveniente da China, enquanto outros propõem que seja oriunda do oeste asiático ou sul da Europa (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

Os dados sobre produção, tanto mundial, como nacional, são escassos, porém, segundo Kopta e Pokluda (2013), a estimativa da produção mundial de rabanete era de 7 milhões de toneladas por ano, sendo o Japão, China, Coréia e outros países asiáticos os principais consumidores da cultura (RUBATZKY; YAMAGUCHI, 1997). Em pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção nacional de rabanete era de 9,050 toneladas. Sendo que, as regiões Sul e Sudeste eram responsáveis por 85% da produção e o estado de São Paulo, o maior produtor, com aproximadamente 1/3 da produção nacional (IBGE, 2017). A maior parte do rabanete produzido no Brasil é proveniente de propriedades com 2 a 4,99 hectares (FERREIRA; ZAMBON, 2004), localizadas nos cinturões verdes das grandes metrópoles. O cultivo dessa hortaliça apresenta elevada rentabilidade com rápido giro de capital (LINHARES *et al.*, 2015), sendo sua raiz tuberosa a parte que apresenta maior importância econômica.

A túbera do rabanete é comestível e apresenta cor vermelha e sabor picante (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Por causa dessa última característica, seu consumo é predominantemente *in natura*, principalmente em saladas, havendo também situações em que são feitas em conservas ou cozidas. Em razão da praticidade no consumo e por apresentar uma cor exuberante, o rabanete também é muito utilizado para decorar pratos (GUIMARÃES; FEITOSA, 2014).

O rabanete é considerado uma importante fonte de nutrientes (SCHUSTER *et al.*, 2012). De acordo com Minami e Netto (1997), a túbera do rabanete é tida como uma boa fonte de cálcio, fósforo, ferro e fonte regular de manganês, integrando vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, e ácido nicotínico. Além disso, esses autores citam

várias propriedades que a ingestão desse alimento pode desenvolver no organismo humano, a saber: 1) incremento da função das glândulas digestivas, 2) estímulo do fígado, 3) diurético, 4) antiescorbútico, e 5) expectorante.

O rabanete foi descrito por possuir um ciclo separado em fase vegetativa e fase reprodutiva. Na fase vegetativa a planta lança as folhas arranjadas em roseta e forma uma raiz tuberosa. Na fase reprodutiva ocorre o pendoamento, florescimento e frutificação (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997). Segundo Lucchesi *et al.* (1976), o rabaneteiro é uma das hortaliças de ciclo mais curto, já que sua colheita pode ser feita a partir dos 25 dias após a sementeira, podendo ser prolongada por até 10 dias.

O plantio recomendado para o rabanete é por sementeira direta, a uma profundidade de até 1,5 cm (LACERDA *et al.*, 2017). Em condições de clima mais instável, com chuvas mais recorrentes, indica-se a produção de mudas, com posterior transplantio (MAGALHÃES *et al.*, 2018). Quanto ao espaçamento, indica-se para as variedades de menor porte, 15 a 20 cm entre linhas de cultivo e 10 a 20 cm entre plantas. Para as variedades de maior porte, o espaçamento recomendado é de 20 a 30 cm entre plantas e entre linhas de cultivo (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997)

Por ser uma cultura de ciclo curto, o ambiente exerce uma alta influência na qualidade das raízes do rabaneteiro (COSTA *et al.*, 2006). A adaptação das plantas é maior em climas amenos, porém, já existem cultivares capazes de crescer e se desenvolver sob condições de temperaturas acima de 25°C (GUIMARÃES; FEITOSA, 2014). De acordo com Pereira (2002) o desempenho e a produtividade do rabanete estão intrinsecamente ligados com o clima ao qual é exposto. A temperatura mínima para germinação é de 4,5°C, a faixa em que ocorre o crescimento é entre 7,2°C e 32,2°C (PEREIRA, 2002).

Segundo Steiner *et al.* (2009), o desenvolvimento radicular de plântulas de rabanete é favorecido por temperaturas amenas, entre 10°C a 20°C, enquanto que a temperatura de 35°C ou mais afeta negativamente, já que neste caso pode haver a deterioração das sementes. Quando há ocorrência de dias longos, com altas temperaturas, tem-se uma maior produção de folhas e as raízes são finas e pequenas, contudo, em dias curtos, com temperatura entre 10° e 15°C, ocorre uma boa produção de raízes, com forma e tamanho desejáveis (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

Para aprimorar o cultivo, alguns pesquisadores têm indicado a produção do

rabanete em cultivo protegido associado com o cultivo em recipientes (RUIZ, 2017; MENESES, 2018). O uso de estruturas de proteção, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, é feito com o intuito de se garantir o pleno desenvolvimento das plantas, contra intempéries da natureza, até sua colheita (PURQUERIO; TIVELLI, 2006). Segundo Bezerra (2003), o maior controle sobre fatores ambientais como temperatura, umidade, luminosidade, dentre outros, proporciona um microclima favorável para o desenvolvimento da cultura, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas.

Para o cultivo do rabanete, alguns tratos culturais são essenciais para o desenvolvimento da cultura, sendo a irrigação periódica obrigatória já que o rabanete requer boa disponibilidade de água, em todas as fases de seu ciclo, sendo o ideal a manutenção do solo na sua capacidade máxima (GUIMARÃES; FEITOSA, 2014). Quando ocorrem irregularidades durante a irrigação, há uma tendência de ocorrer rachaduras na túbera. Outra prática cultural importante para a cultura é a amontoa, que consiste na cobertura das túberas com solo. Essa prática evita a incidência direta dos raios solares sobre o ombro da túbera o que pode causar desidratação e rachaduras (GUIMARÃES; FEITOSA, 2014), o que prejudica a aparência e, conseqüentemente, sua aceitação pelos consumidores.

Por fim, sua colheita ocorre normalmente de forma manual, no entanto, podem ser utilizadas ferramentas para revolver o solo e facilitar essa atividade (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

## **2.2 A influência do som no cultivo de plantas**

Como consequência da incessante pressão evolutiva, as plantas desenvolveram sensibilidade em relação a capacidade de sentir e responder a estímulos físicos e mecânicos (TELEWSKI, 2006) como, por exemplo, vento, chuva, toque e vibração (GHOSH *et al.*, 2016; MISHRA *et al.*, 2016). Tais vibrações podem ser causadas de diversas formas, por exemplo, o toque humano, o encostar de ferramentas ou até mesmo o impacto da água da chuva ou de irrigação que corriqueiramente acontece em qualquer cultivo de plantas. No entanto, uma outra forma de vibração, causada por diferentes tipos de som, também parecem afetar de forma significativa as plantas, pelo menos é isso o que tem sido demonstrado em diversos estudos ao redor do mundo (DE LUCA; VALLEJO-MARIN, 2013; JEONG *et*



*al.*, 2014; MISHRA *et al.*, 2016).

A utilização de tratamentos com vibrações sonoras tem sido muito utilizada na biotecnologia e na agricultura, devido a seus efeitos positivos (MISHRA *et al.*, 2016). Um exemplo característico da sensibilidade das plantas às vibrações sonoras é a ‘polinização por zumbido”, isso porque sabe-se que 15000 a 20000 espécies de plantas possuem flores que liberam o pólen por pequenas aberturas na ponta das anteras e os insetos que visitam essas flores tem de fazer o uso de vibrações para liberar o pólen (DE LUCA; VALLEJO-MARIN, 2013). Appel e Cocroft (2014), também trabalhando com vibrações sonoras, verificaram que a exposição de *Arabidopsis thaliana* a vibrações mastigatórias, induziram as plantas dessa espécie à produção de maiores concentrações de substâncias relacionadas a defesas químicas em resposta a herbivoria, sendo que as plantas foram capazes de distinguir entre vibrações mastigatórias e outras vibrações ambientais. Em outro estudo, Jeong *et al.* (2014), verificaram que o uso de uma frequência sonora específica foi capaz de melhorar o estado de água em folhas de arroz, tornando-a mais resistente à seca.

Para as hortaliças alguns trabalhos avaliando o uso do som também tem sido realizados. Em morango (*Fragaria ananassa*), Qi *et al.* (2010) verificaram que as plantas submetidas a som apresentaram maior área foliar, taxa de transpiração, condutância estomática e resistência a doenças em relação às plantas controle, sem efeitos significativos sobre a produção. Também Meng *et al.* (2012), observaram diferenças nos valores do número de flores e frutos, bem como no conteúdo de clorofila, taxa fotossintética líquida ( $P_N$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II ( $F_v / F_m$ ) e dissipação não fotoquímica (NPQ) em plantas tratadas com diferentes frequências sonoras em comparação com o controle (ausência de frequência).

Para plantas de mostarda pakcoy (*Brassica rapa* var. *parachinensis*), tratamentos sonoros proporcionaram condição para o aumento da altura média das plantas (10,4%), da área foliar (30,9%), da abertura estomática (28,4%), do teor total de clorofila (27,7%) e na absorção de nitrogênio (N) (25%) (ZAKARIYA *et al.*, 2017).

Segundo pesquisadores, as vibrações sonoras resultam em modificação da parede celular e rearranjo de microfilamentos em células vegetais. O principal local de atividade é a membrana plasmática, que após perturbação evoca uma cascata de sinalização que, eventualmente, culmina em uma resposta. O candidato molecular mais promissor que atua como segundo mensageiro das vibrações sonoras é o íon

cálcio,  $\text{Ca}^{2+}$  (MISHRA *et al.*, 2016).

Com base no exposto, apesar de existirem diversos estudos já publicados para diversas hortaliças folhosas e fruto, para aquelas classificadas como tuberosas, ou cujo principal órgão de comercialização é produzido dentro do solo, como o rabanete, ainda não foram apresentados resultados. Tal condição suscita dúvida quanto ao comportamento desse grupo de espécies quando submetidas a diferentes condições de som. Isso porque, seu principal órgão comercial não fica exposto diretamente às vibrações provocadas, o que poderia reduzir os efeitos dessa prática em termos produtivos ou, até mesmo, estimular os efeitos via transdução de sinais através de suas folhas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto e setembro de 2019 na Horta Didática pertencente ao Departamento de Fitotecnia, localizado na Universidade Federal do Ceará, Campus Pici, em Fortaleza-CE. A área está posicionada geograficamente há 3° 44' 22" S e 38° 34' 35" O e apresenta uma altitude de 21 m. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo 'As' definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26°C e precipitação média anual de aproximadamente 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Para a realização do experimento, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram diferentes tipos de som: T1 – controle; T2 – som de natureza; T3 – som de água; T4 – som de ruído (trânsito). Todos os sons fornecidos nos tratamentos tiveram sua intensidade ajustada para 70 dB, com duração de duas horas diárias por tratamento (Adaptado de HASSANIEN *et al.*, 2014). Cada parcela foi composta por oito plantas, sendo consideradas úteis as seis centrais.

Para aplicação dos tratamentos sonoros foram utilizadas caixas de som (Mini Speaker WS - 887) que reproduziam, a partir de pendrives, as duas horas dos sons (tratamentos) previamente gravados. Para a aplicação dos tratamentos, cada parcela foi alocada de forma isolada em caixas confeccionadas em MDF (0,5 m x 0,5m e 0,9 m de altura). Assim que as bandejas com as plantas eram colocadas dentro das caixas, as mesmas eram fechadas para impedir a sobreposição de sons e interferências entre tratamentos. Da mesma forma, para o tratamento controle, as bandejas com as plantas também eram alocadas dentro de caixas onde permaneciam por igual tempo. O tempo de aplicação dos tratamentos era de duas horas diárias. Não foi fornecida luz suplementar para as plantas durante a aplicação dos tratamentos. Durante todo o experimento as caixas de MDF ficaram em uma casa de vegetação de vidro, dispostas em duas linhas de quatro caixas espaçadas umas das outras em 0,3 m entre caixas e 0,5 m entre linhas.

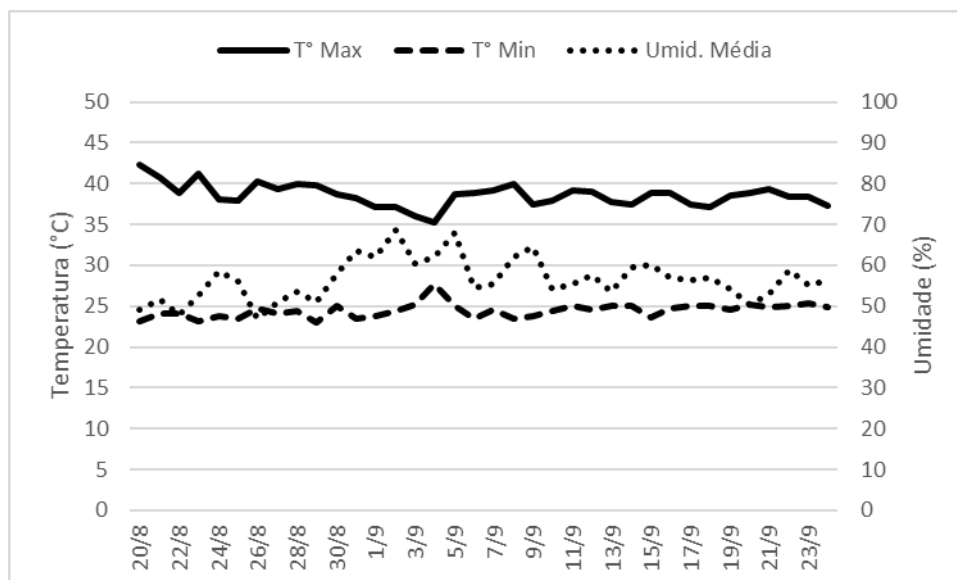
O espaçamento das caixas foi definido de modo que a intensidade de 70 dB, utilizada para cada som, em cada tratamento, não fosse detectado dentro do ambiente das caixas dos tratamentos mais próximos. Para o ajuste dos 70 dB dentro das caixas de cada tratamento e para definição do espaçamento utilizou-se um aplicativo (Decibelímetro (Sound Meter)) que mede a quantidade de decibéis

(decibelímetro). Os tratamentos com diferentes tipos de som foram iniciados aos sete dias após a semeadura (DAS), e tiveram duração até os 33 DAS.

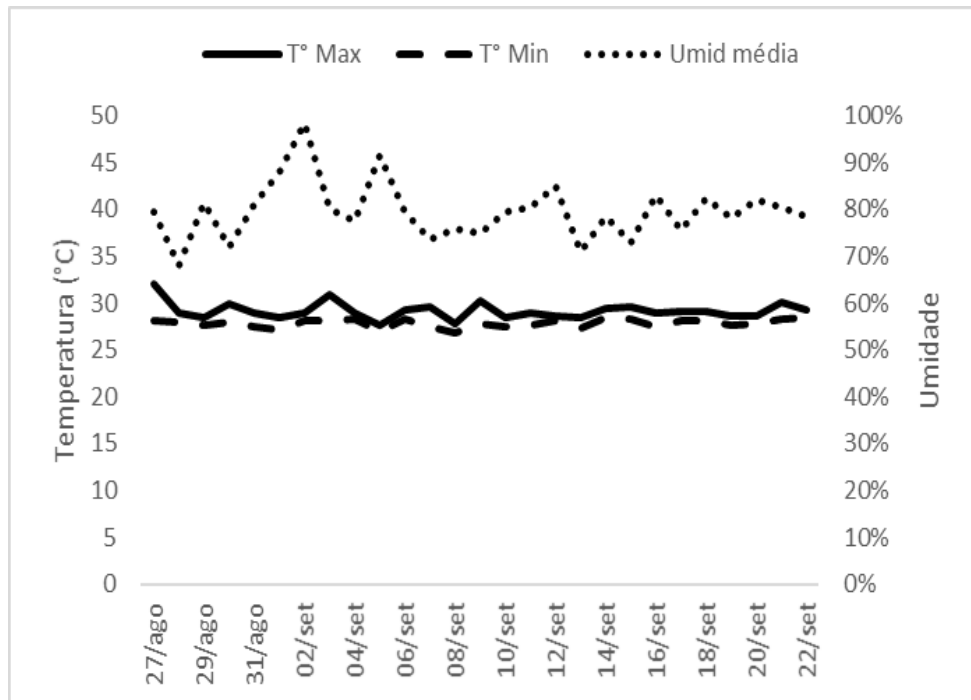
Nas outras 22 horas diárias, as plantas foram mantidas em ambiente protegido do tipo telado, com cobertura e fechamento lateral de tela de sombreamento em monofilamento, na cor preta, com malha de 30% de sombreamento.

Durante o experimento, foram registrados, com o auxílio de termo higrômetro digital (INCOTERM 7664.01.0.00), em seus valores máximos e mínimos, a temperatura e umidade do ar nos diferentes ambientes utilizados no experimento, ambiente protegido telado (Figura 1) e nas caixas onde os tratamentos sonoros foram aplicados entre às 8 e 10 hs da manhã, blocos 1 e 2 (Figura 2) e entre às 13 e 15 hs da tarde, blocos 3 e 4 (Figura 3).

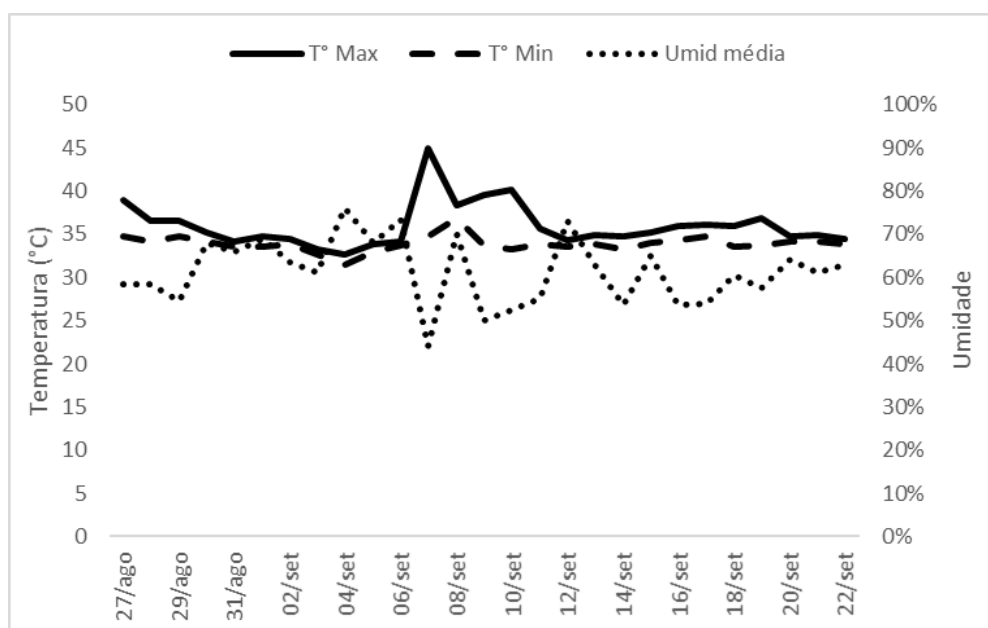
**Figura 1:** Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro do ambiente protegido do tipo telado durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019.



**Figura 2:** Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro das caixas de MDF alocadas em casa de vegetação de vidro, entre 08 e 10 horas da manhã, durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019.



**Figura 3:** Médias de temperatura máximas e mínimas e umidade relativa do ar, dentro das caixas de MDF alocadas em casa de vegetação de vidro, entre 13 e 15 horas da tarde, durante a realização do experimento. Fortaleza, UFC, 2019.



Os recipientes utilizados para a produção das plantas foram provenientes de garrafas plásticas de 2 litros, cortadas a 20 cm de altura desde a base e possuíam, aproximadamente, 1,4 dm<sup>3</sup> de volume. O substrato utilizado foi confeccionado na proporção de 15:1:1 (v:v:v) de húmus de minhoca, casca de arroz e bagana de carnaúba. De acordo com a análise química realizada em laboratório especializado a composição do substrato foi a seguinte: N – 15,7 g/dm<sup>3</sup>; P – 5,80 g/dm<sup>3</sup>; K – 4,80 g/dm<sup>3</sup>; Ca – 17,0 g/dm<sup>3</sup>; Mg – 8,10 g/dm<sup>3</sup>; S – 3,40 g/dm<sup>3</sup>; C.O – 13,88%; C/N – 8,84; Zn – 218,1 mg/dm<sup>3</sup>; Fe – 9951,1 mg/dm<sup>3</sup>; Mn – 268,9 mg/dm<sup>3</sup>; Cu – 34,5 mg/dm<sup>3</sup>; B – 13,0 mg/dm<sup>3</sup>; pH – 6,99; Na – 0,026 %.

A semeadura foi realizada no dia 20 de agosto de 2019. Foram colocadas três sementes da cultivar de rabanete 'Zapp' em cada recipiente de cultivo. Seis DAS realizou-se o desbaste sendo deixada apenas uma plântula por recipiente.

As irrigações foram realizadas duas vezes ao dia, com o auxílio de um béquer graduado, para que as plantas de todos os tratamentos recebessem a mesma quantidade de água. Em cada irrigação foi disponibilizado para as plantas o volume de 0,06 L.

Durante o ciclo da cultura, foi utilizado uma mistura de água e sabão, com concentração de 1%, para o controle de pulgão, sendo realizada a aplicação a cada dois dias. Essa pulverização foi realizada aos finais de tarde, para evitar que houvesse qualquer tipo de queima ou dano às plantas.

Aos 34 DAS foram realizadas as avaliações de trocas gasosas utilizando-se o IRGA (Infra Red Gas Analyzer; LC-Pro-SD). Essas avaliações foram feitas em folhas totalmente expandidas de duas plantas de cada repetição de cada tratamento. Os parâmetros avaliados foram: fotossíntese líquida ( $A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e transpiração ( $E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). No mesmo dia também foi determinada a concentração das clorofilas "a" e "b" através do uso de um clorofilômetro (Falker, Clorofilog CFL-1030). As leituras foram feitas em uma folha totalmente expandida de cada uma das seis plantas analisadas em cada parcela experimental.

As avaliações morfoagronômicas realizadas aos 35 DAS foram: número de folhas (NF), altura do primórdio foliar (ALT, cm), diâmetro da túbera (DTU, mm), comprimento da túbera (CTU, mm), comprimento da raiz não tuberosa (CR, cm), massa fresca da parte aérea (MFPA, g), massa fresca da túbera (MFTU, g), massa fresca da raiz não tuberosa (MFR, g), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa

seca da túbera (MSTU, g), massa seca da raiz (MSR, g) e área foliar (AF, cm<sup>2</sup>).

Para determinação da ALT e CR utilizou-se uma régua graduada em milímetros, já para DTU e CTU foi utilizado um paquímetro digital (Digimess 100.174BL). Após as medidas as plantas foram divididas em parte aérea, túbera e raiz não tuberosa, sendo então pesadas individualmente obtendo-se os valores de massa fresca, por meio do uso de uma balança de precisão de quatro casas decimais. A determinação da área foliar (AF) foi realizada com o auxílio de um integrador de área foliar (LI-COR®, LI 3100), sendo avaliadas quatro plantas por tratamento.

Após as pesagens, cada parte da planta foi alocada em saco de papel, previamente identificado, sendo então colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas ou até obter massa constante. Após a secagem de todo o material, foram obtidos os valores das três últimas variáveis, MSPA, MSTU e MSR, sendo todas elas determinadas em balança de precisão com quatro casas decimais.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância. As médias obtidas foram submetidas ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Utilizou-se o programa SISVAR para a determinação estatística.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificando o resumo da análise de variância, pôde-se observar que não houve diferença em nenhuma das variáveis estudadas, tanto para as características agrônômicas, quanto para as características fisiológicas, sendo dispostos os resultados nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Número de folhas (NF), altura do primórdio foliar (ALT), comprimento da raiz (CR), diâmetro da túbera (DTU), comprimento da túbera (CTU) e área foliar (AF) de plantas de rabanete em função de diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019.

| Tratamentos | NF     | ALT    | CR      | DTU     | CTU     | AF              |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------------|
|             |        | cm     |         | mm      |         | cm <sup>2</sup> |
| T1          | 6,63 a | 2,32 a | 10,43 a | 26,06 a | 31,53 a | 267,60 a        |
| T2          | 6,46 a | 2,77 a | 9,37 a  | 27,85 a | 33,82 a | 326,07 a        |
| T3          | 6,83 a | 2,07 a | 9,61 a  | 26,85 a | 31,44 a | 252,30 a        |
| T4          | 6,96 a | 2,36 a | 9,91 a  | 28,65 a | 34,61 a | 295,07 a        |
| Média       | 6,72   | 2,38   | 9,83    | 27,35   | 32,85   | 285,26          |
| CV (%)      | 5,38   | 15,00  | 12,40   | 16,46   | 14,53   | 24,03           |

Tabela 2: Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da túbera (MFTU), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da túbera (MSTU) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de rabanete em função de diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019.

| Tratamentos | MFPA    | MFTU    | MFR    | MSPA   | MSTU   | MSR    |
|-------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
|             | g       |         |        |        |        |        |
| T1          | 15,09 a | 11,05 a | 0,32 a | 1,25 a | 0,58 a | 0,06 a |
| T2          | 18,57 a | 13,74 a | 0,45 a | 1,48 a | 0,70 a | 0,07 a |
| T3          | 14,14 a | 10,42 a | 0,29 a | 1,17 a | 0,57 a | 0,06 a |
| T4          | 17,18 a | 13,34 a | 0,32 a | 1,43 a | 0,64 a | 0,06 a |
| Média       | 16,24   | 12,14   | 0,36   | 1,33   | 0,62   | 0,06   |
| CV (%)      | 20,76   | 32,78   | 27,53  | 21,01  | 40,57  | 26,70  |



Tabela 3: Transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), Clorofila A e B de plantas de rabanete em função de diferentes tipos de som. Fortaleza, UFC, 2019.

| Tratamentos | E  | gs  | A   | COLOROF 'A' | COLOROF 'B' |
|-------------|--|---|---|-------------|-------------|
|             | mmol H <sub>2</sub> O<br>m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> | mol H <sub>2</sub> O<br>m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> | μmol CO <sub>2</sub><br>m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> |             |             |
| T1          | 3,78 a   | 0,97 a  | 14,31 a   | 25,46 a     | 4,41 a      |
| T2          | 3,64 a   | 0,63 a  | 17,52 a   | 27,20 a     | 5,01 a      |
| T3          | 3,99 a   | 0,76 a  | 14,70 a   | 26,92 a     | 4,84 a      |
| T4          | 3,69 a   | 0,57 a  | 15,11 a   | 27,57 a     | 4,92 a      |
| Média       | 3,77   | 0,74  | 15,41   | 26,79       | 4,80        |
| CV (%)      | 9,93   | 41,46   | 21,56   | 5,34        | 10,13       |

A não significância observada para os tratamentos pode estar relacionada a diversos aspectos experimentais, sendo estes indicados e discutidos brevemente a seguir.

Um ponto a se considerar como um possível problema para a não obtenção de significância entre os tratamentos foi a utilização de apenas 70 dB de intensidade nas vibrações sonoras utilizadas. Tal intensidade foi escolhida com base na revisão de literatura realizada pela equipe, que tentou definir uma intensidade fixa-padrão, já estabelecida para outras culturas como aquela capaz de influenciar no desenvolvimento das plantas (HASSANIEN *et al.*, 2014). No entanto, nas condições de realização deste trabalho tal intensidade pode não ter sido suficiente para fazer com que as plantas percebessem e respondessem de forma significativa a este estímulo em relação às plantas controle. A suposição de que a intensidade pode ter sido baixa parte do princípio de que as ondas sonoras com alta intensidade podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas (ZAKARIYA *et al.*, 2017). Segundos Zakariya *et al.* (2017) diferentes intensidades de som alteraram de forma significativa o crescimento de plantas de mostarda (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*).

Além da intensidade, outro fator que pode ter sido determinante para não observância de diferença entre os tratamentos foi o tempo para a duração do som. A princípio, havia sido estabelecido, com base em revisão de literatura, o fornecimento de som por três horas diárias (HASSANIEN *et al.*, 2014). No entanto, por

dificuldades de infraestrutura foram fornecidas apenas duas horas. Jung *et al.* (2018) enfatizam que a estimulação da frequência sonora muda de acordo com o tempo de exposição ao som.

Além dos pontos já elencados, outro que merece destaque se refere ao ineditismo desse tipo de pesquisa com a espécie aqui estudada. Diferentemente das outras hortaliças estudadas, cuja parte comercial desenvolvia-se fora do solo (QI *et al.*, 2010; MENG *et al.*, 2012; HOU, MOONEYHAM, 1999; ZAKARIYA *et al.*, 2017), para o rabanete, a parte comercial desenvolve dentro do solo. Tal condição pode influenciar na intensidade com que as vibrações sonoras chegam e influenciam as raízes. Segundo alguns pesquisadores a velocidade do som depende do meio pelo qual as ondas passam, sendo considerada uma propriedade fundamental do material utilizado na propagação (GAGLIANO *et al.*, 2012; CHOWDHURY *et al.*, 2014; MISHRA *et al.*, 2016).

Por fim, a falta de condição financeira para se adaptar a infra-estrutura a necessidade da pesquisa pode ter influenciado negativamente e/ou anulado o efeito dos tratamentos aos quais as plantas foram expostas quando comparados ao controle. Durante o experimento, as plantas tiveram de ser translocadas duas vezes ao dia, para diferentes ambientes que distavam cerca de 50 metros cada. Ou seja, o local onde os tratamentos de som eram aplicados era diferente do local onde as plantas permaneciam a maior parte do tempo. Sempre que se findava a aplicação dos tratamentos, as bandejas com as plantas eram transportadas, a pé, sendo que o impacto das passadas no chão podem ter gerado algum tipo de estresse ou efeito contrário ao da aplicação do som às plantas, impedindo a observância de diferenças entre os tratamentos e o controle. De acordo com Telewski (2006), o impacto que a planta sofre ao ser tratada com vibrações sonoras parece seguir o mesmo preceito de pressão que exerce a vibração mecânica. Apesar disso, há diferenças entre os efeitos de sinalização do som e dos outros estímulos mecânicos, sendo que a maioria dos estimuladores mecânicos, como o vento, por exemplo, leva à atrofia e aumento do crescimento secundário, enquanto o som, em geral, promove o crescimento (MISHRA *et al.*, 2016).

## **5 CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que para as condições de realização deste trabalho, os tratamentos realizados não foram capazes de gerar diferença entre os fatores morfoagronômicos e fisiológicos de plantas de rabanete, sendo necessária a alteração de alguns parâmetros experimentais e novas avaliações para a determinação da existência ou não de interferência do som no desenvolvimento de plantas de rabanete.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Piracicaba, v. 22, n. 6, 711-728, Janeiro, 2014.
- APPEL, H. M.; R. B. COCROFT. Plants respond to leaf vibrations caused by insect herbivore chewing. **Oecologia**.175, 1257-1266, 2014
- BAE, K. M. *et al.* Development of Genomic SSR Markers and Genetic Diversity Analysis in Cultivated Radish (*Raphanus sativus* L.). **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 56, n. 2, 216-224, April, 2015
- BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido.** / Fred Carvalho Bezerra. - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. p. 22 (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- CHOWDHURY, M. D. E. K.; LIM, H.; BAE, H. Update on the Effects of Sound Wave on Plants. Res. **Plant Dis**. 2014, 1-7p.
- COSTA, C. C. *et al.* Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Hortic. Bras.**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 1, p. 118-122, mar. 2006.
- DE LUCA PA; VALLEJO-MARIN M. What's the 'buzz' about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. **Current Opinion in Plant Biology** 16, 429-435, 2013.
- FERREIRA, C. J.; ZAMBON, F. R. A. Análise dos preços de rabanete no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- GAGLIANO, M.; MANCUSO, S.; ROBERT, D. Towards understanding plant bioacoustics. **Plant Science**, 17, 323-325, 2012.
- GHOSH, R.; MISHRA, R.C.; CHOI B. Exposure to sound vibrations lead to transcriptomic, proteomic and hormonal changes in *Arabidopsis*. **Scientific Reports**, 2016.
- GUIMARÃES, M. A; FEITOSA, F. C. Rabanete: condições ideais para o cultivo. **Campo & Negócios HF**, Uberlândia, v. 8, n. 106, p. 06-09, 2014.
- HASSANIEN, R.; HOU, T.; LI, Y. Advances in effects of sound waves on plants. **Journal of Integrative Agriculture**, 13, 335-348, 2014.
- HOU, T. Z.; MOONEYHAM, R. E. Applied studies of the plant meridian system: II. Agri-wave technology increases the yield and quality of spinach and lettuce and enhances the disease resistant properties of spinach. **The American Journal of**

**Chinese Medicine**, 27, 131-141. 1999.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: Acesso em: 29 nov. 2019.

JEONG, M.J. *et al.* Sound frequencies induce drought tolerance in rice plant. **Pakistan Journal of Botany** 46, 2015 – 2020. 2014.

JUNG, J.; KIM, S. K.; KIM, J. Y.; JEONG, M. J.; RYU, C. M. Beyond Chemical Triggers: Evidence for Sound-Evoked Physiological Reactions in Plants. **Front Plant Sci.**, 9:25, 2018, 1-7p.

KOPTA T.; POKLUDA R. Yields, quality and nutritional parameters of radish (*Raphanus sativus*) cultivars when grown organically in the Czech Republic. **Hort. Sci. (Prague)**, Vol. 40, No. 1, p 16–21, 2013.

LACERDA, V. R. *et al.* CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E PRODUTIVAS DO RABANETE SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada – RBAI.**, Fortaleza, v. 11, n. 1, 2017.

LAVANYA, A.; VANI, V. S.; REDDY, P. S. S.; SASIKALA, K. Root yield and quality of radish as affected by sowing dates and spacing. **Vegetable Science**. 39(2): 2012, 177- 179p.

LINHARES *et al.* Eficiência econômica da aplicação do esterco bovino na cultura do rabanete. **INTESA** (Pombal - PB - Brasil) v. 9, n.1, p. 57 - 61, Jan-Jun, 2015.

LUCCHESI, A. A. *et al.* Produtividade do rabanete (*Raphanus sativus* L.) relacionado com a densidade de população. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 33, p. 577-582, 1976.

MAGALHÃES, P.R. *et al.* TOLERÂNCIA DO RABANETE AO TRANSPLANTIO DE MUDAS. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.27, n.3, p.378-384, 2018.

MELO, F. N. B. *et al.* Desempenho produtivo do rabanete sob diferentes quantidades de palha de carnaúba mais esterco bovino em cobertura. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 47-52, Julho-Setembro, 2014

MENEZES, G. P. **DESEMPENHO DO RABANETEIRO EM RECIPIENTE COM ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA**. 2018. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MENG, Q.; ZHOU, Q.; ZHENG, S.; GAO, Y. Responses on photosynthesis and variable chlorophyll fluorescence of *Fragaria ananassa* under sound wave. **Energy Procedia**. 16 (1), 2012, 346-52.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETTO, J. **Rabanete: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argiloso**. Piracicaba: ESALQ, 1997.

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.

OLIVEIRA, F. R. A. *et al.* Interações entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 519-526, Outubro-Dezembro, 2010

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PURQUERIO, L.F.V.; TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido. Manual técnico de orientação: projeto hortalimento**. São Paulo: Codeagro, p. 15-29, 2006.

QI, L.; TENG, G.; HOU, T.; ZHU, B.; LIU, X. Influence of sound wave stimulation on the growth of strawberry in sunlight greenhouse. **Computer and Computing Technologies in Agriculture III**, 317, 449-454, 2010.

RUBATZKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables: principles, production, and nutritive values**. Chapman and Hall, New York, 1997.

RUIZ, S. R. **Recipientes e doses de adubo de liberação controlada na produção de rabanete em ambiente protegido**. 2017. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SCHUSTER, M. Z. *et al.* Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 73-86, 2012.

STEINER, F. Germinação de sementes de rabanete sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife v.4, n.4, p.430-434, out.-dez., 2009.

STROJAKI, T. S.; ALVES, L. A. efeito da profundidade de semeadura em índices de vigor de dois lotes de sementes de melão (*Cucumis melo*). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.24, 448-456p, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Editora Artmed, 5. ed., 2013. 954 p.

TELEWSKI, F.W. A unified hypothesis of mechanoperception in plants. **American Journal of Botany** 93, 1466–1476, 2006.

ZAKARIYA, F. H.; RIVAI, M.; AINI, N. Effect of Automatic Plant Acoustic Frequency

Technology (PAFT) on Mustard Pakcoy (*Brassica rapa* var. parachinensis) Plant Using Temperature and Humidity Parameters. **International Seminar on Intelligent Technology and Its Application**, 1-9p, 2017.