

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS CERRO LARGO**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**ELIS FERNANDA SENA ESPÍNDOLA**

**DOSES DE BORO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE  
COBERTURA NA CULTURA DA *Beta vulgaris* L.**

**CERRO LARGO**

**2021**

**ELIS FERNANDA SENA ESPÍNDOLA**

**DOSES DE BORO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE  
COBERTURA NA CULTURA DA *Beta vulgaris* L.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado  
como requisito para obtenção de grau de Bacharel em  
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.  
Orientadora: Prof. Dra. Débora Leitzke Betemps.

**CERRO LARGO**

**2021**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Espindola, Elis Fernanda Sena

Doses de boro e nitrogênio em diferentes sistemas de cobertura na cultura da Beta Vulgaris L. / Elis Fernanda Sena Espindola. -- 2021.

38 f.:il.

Orientadora: Doutora em Fruticultura pela Universidade Federal de Pelotas Débora Leitzke Betemps.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Beta vulgares L. Nutrição vegetal. Nitrogênio. Boro. Cobertura de solo.. I. Betemps., Débora Leitzke, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

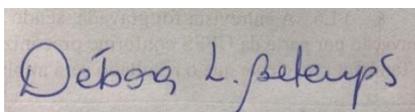
**ELIS FERNANDA SENA ESPÍNDOLA**

**DOSES DE BORO E NITROGÊNIO EM DIFERENTES SISTEMAS DE  
COBERTURA NA CULTURA DA *Beta vulgaris* L.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado  
como requisito para obtenção de grau de Bacharel em  
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.  
Orientadora: Prof. Dra. Débora Leitzke Betemps.

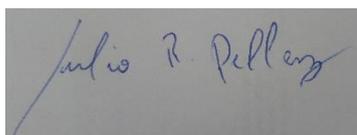
Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Débora Leitzke Betemps – UFFS  
Orientadora



---

Eng. Agrônomo Júlio Roberto Pellenz – UFFS  
Avaliador



---

Dr.<sup>o</sup>. Luciano Campos Cancian - FASA  
Avaliador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Alzira e Cláudio, pelo amor e carinho que recebo de vocês, pelo apoio que recebi durante toda essa jornada e especialmente a minha querida mãe que está sempre disposta a ficar durante horas comigo ao telefone.

Agradeço a orientação do Prof. Dr.º Luciano na primeira etapa desse trabalho, por toda ajuda e conselhos que me fizeram seguir até aqui.

Agradeço também a minha orientadora prof. Dr.º Débora, que aceitou me acolher e dar continuidade a este trabalho, sempre com muita disponibilidade e incentivo em me ajudar.

Agradeço aos colegas e amigos que fiz na graduação por me proporcionarem diversas experiências que levarei comigo na memória.

Agradeço imensamente ao meu esposo e companheiro de vida Guilherme, que me auxiliou e me acalmou sempre que necessitei.

Agradeço a UFFS e a todos os professores e funcionários que cruzaram o meu caminho durante esses belos anos de aprendizagem.

## RESUMO

O presente trabalho buscou avaliar os componentes de rendimento da cultura da beterraba quando submetidos a diferentes sistemas de cobertura de solo e a presença ou não de adubação com boro e nitrogênio. O experimento foi conduzido em propriedade particular, localizada no município de Campina das Missões, linha Doze – RS. O clima da região é caracterizado como Cfa. O solo foi classificado como Cambissolo Háptico. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), bifatorial, com o primeiro fator sendo cobertura de solo (com e sem cobertura) e o segundo fator doses de boro e nitrogênio [4B – 100N; 0B – 100N, 4B – 0N; 0B – 0N (testemunha)], com três repetições totalizando 24 unidades experimentais. Os parâmetros avaliados foram massa verde da parte aérea e das raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, comprimento e diâmetro das raízes, teor de sólido solúveis totais e produtividade. Para as condições realizadas neste experimento, em todos os parâmetros avaliados, não foi observada interação significativa entre os fatores cobertura do solo e doses de adubação. O fator cobertura de solo apresentou incremento significativo somente para as médias da massa fresca da parte aérea. O fator adubação apresentou incremento significativo para as médias da altura de parte aérea, comprimento das raízes, massa verde e massa seca da parte aérea, massa verde e massa seca das raízes e produtividade. O fornecimento de nitrogênio e boro proporcionou as maiores médias para todos os parâmetros avaliados.

**Palavras chave:** Beterraba. *Beta vulgaris* L. Nutrição vegetal. Nitrogênio. Boro. Cobertura de solo.

## ABSTRACT

The present study sought to evaluate the yield components of the red beet crop when submitted to different mulching systems and the presence or not of fertilization with boron and nitrogen. The experiment was conducted on a private property, located in the municipality of Campina das Missões, Linha Doze (12th Line) - RS, Brazil. The climate of the region is characterized as Cfa. The soil was classified as Haplic Dystrudept. The design used was completely randomized (CRD - DIC in Portuguese), bifactorial, with the first factor being soil cover (with and without cover) and the second factor doses of boron and nitrogen [4B - 100N; 0B - 100N, 4B - 0N; 0B - 0N (witness)], with three repetitions totaling 24 experimental units. The evaluated parameters were: green mass of the aerial part and roots, dry mass of the aerial part and roots, length and diameter of the roots, total soluble solids content and productivity. For the conditions carried out in this experiment, in all parameters evaluated, no significant interaction was observed between the factors of soil cover and fertilization rates. The mulching factor showed a significant increase only for the fresh mass averages of the aerial part. The fertilization factor showed a significant increase for the averages of the aerial part height, root length, green mass and dry mass of the aerial part, green mass and dry mass of the roots and productivity. The supply of nitrogen and boron provided the highest averages for all parameters evaluated.

**Keywords:** Beet. *Beta vulgaris* L. Mineral vegetable. Nitrogen. Boron. Mulching.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Local onde foi realizada a implantação do experimento. ....	19
Figura 2 - Croqui da área experimental onde foi implantada a cultura da beterraba.....	21
Figura 3 - Croqui de parcela experimental. ....	22
Figura 4 - Avaliação da massa verde das raízes de beterraba.....	23
Figura 5 - Avaliação de massa verde da parte aérea de beterraba armazenadas em envelope de papel pardo .....	23
Figura 6 - Avaliação da massa seca da parte aérea de beterraba.....	24
Figura 7 - Avaliação da massa seca das raízes de beterraba .....	24
Figura 8 - Avaliação da altura da parte aérea de beterraba.....	25
Figura 9 - Avaliação do comprimento e diâmetro das raízes de beterraba.....	25
Figura 10 - Avaliação do comprimento e diâmetro das raízes de beterraba.....	25
Figura 11 - Paquímetro digital utilizado para avaliação do teor de sólidos solúveis totais.....	26
Figura 12 - Raízes de beterraba cortadas para posterior avaliação de sólidos solúveis totais..	26
Figura 13 - Canteiro com plantas de beterrabas utilizadas para avaliação.....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da análise de variância para os fatores cobertura de solo, adubação e a interação para as diferentes avaliações realizadas. ....	27
Tabela 2 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde da parte aérea de beterrabas submetidas a tratamentos com cobertura de solo. ....	28
Tabela 3 - Valores médios (gramas) referentes a altura de parte aérea e comprimento das raízes de beterraba submetidos a diferentes arranjos de adubação. ....	29
Tabela 4 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde da parte aérea e massa seca da parte aérea de beterraba submetidas a diferentes arranjos de adubação. ....	30
Tabela 5 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde das raízes e massa seca das raízes de beterraba submetidas a diferentes arranjos de adubação. ....	31
Tabela 6 - Valores médios (kg/ha) referentes a produtividade de beterrabas submetidas a tratamentos com diferentes arranjos de adubação. ....	31

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS.....	11
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1	BETERRABA .....	12
<b>2.1.1</b>	<b>Aspectos botânicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Aspectos econômicos da produção de beterraba de mesa .....</b>	<b>12</b>
2.2	COBERTURA DE SOLO .....	13
2.3	ADUBAÇÃO .....	15
<b>2.3.1</b>	<b>Importância da adubação boráxica .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Fatores que afetam a disponibilidade de boro .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Importância da adubação nitrogenada .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2	ANÁLISE DE DADOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.3	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E TRATAMENTOS.....	21
3.4	AVALIAÇÕES.....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Quenopodiaceae, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) tem como origem a Europa e norte da África (FILGUEIRA, 2008). Possui valor comercial principalmente em suas raízes, entretanto o consumo de suas folhas também é bem significativo em várias regiões do Brasil. São três os tipos de beterrabas mais cultivadas, dentre elas estão a açucareira, muito cultivada na Europa; a forrageira e a olerácea, também conhecida como beterraba de mesa, utilizada no consumo humano e mais consumida e cultivada no Brasil (TIVELLI et al., 2011).

Para qualquer cultura, são vários os fatores que proporcionam o sucesso da produtividade. Fatores como tipo de solo e seu potencial de fertilidade são dos mais abordados para o crescimento da produtividade. Para Mendes (2007) a fertilidade do solo não é algo estático e sim um processo altamente dinâmico, que envolve a capacidade do solo em disponibilizar nutrientes, resultante de fatores como qualidade, intensidade e capacidade tampão.

Esta cultura possui grande importância econômica, porém ainda é pouco estudada no Brasil, principalmente no que se refere à adubação com micronutrientes. Destes, o boro é destaque, pois é um fator limitante no rendimento das culturas por ser um nutriente que possui alta mobilidade no solo e pode ser facilmente lixiviado no perfil (BLEVINS; LUKASZENWSKI, 1998). Trani et al. (2005) afirmam que além do boro, o nitrogênio também é um nutriente que se necessita atenção quando se almeja proporcionar aumento da produtividade e melhorias na qualidade da beterraba.

Além da fertilidade do solo, outros fatores durante o cultivo também possuem influência na produtividade. A cobertura do solo em hortaliças proporciona diversas vantagens, dentre elas o controle de plantas daninhas, aumento da umidade do solo, controle da temperatura e manutenção e conservação da sua aeração (MULLER, 1991). Segundo Pereira et al. (2000), a utilização de coberturas de solo como filmes plásticos e materiais de origem vegetal podem amenizar problemas nas perdas de produção decorrentes pela incidência de plantas daninhas, altas temperaturas e perdas de umidade. Para Branco et al. (2010), além das vantagens já mencionadas relacionadas ao uso da cobertura de solo, também está o benefício para o meio ambiente e para o agricultor, já que reduzindo a incidência de plantas espontâneas os custos de produção também são reduzidos.

Diante da importância do boro e do nitrogênio e a relevância que a cobertura de solo tem sobre as culturas, surge a necessidade de verificar a sua influência sobre a aplicação ou não destes nutrientes no cultivo da beterraba.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os componentes de rendimento da cultura da beterraba em diferentes sistemas de cobertura de solo submetidos a diferentes arranjos de adubação.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a influência da cobertura de solo sobre o uso de nitrogênio e boro no cultivo da beterraba.
- Avaliar as características das raízes quando submetidas ou não a adubação com boro e nitrogênio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BETERRABA

#### 2.1.1 Aspectos botânicos

Pertencente à família Quenopodiaceae, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) tem como origem a Europa e norte da África (FILGUEIRA, 2008). Possui valor comercial principalmente em suas raízes, entretanto, suas folhas também podem ser consumidas (FILGUEIRA, 2012).

Esta cultura apresenta sistema radicular do tipo pivotante e sua raiz principal pode atingir até 60 centímetros de profundidade com poucas ramificações laterais. Sua coloração arroxeadada se deve a presença de betalainas, que são compostos nitrogenados responsáveis por promover essa característica (STRACK et al., 2003).

Possui fácil adaptação a diferentes climas, porém o seu melhor desenvolvimento costuma ocorrer em temperaturas amenas ou baixas, apresentando resistência a frios intensos e geadas de baixa intensidade. É intolerante a chuvas e irrigações pesadas e intensas. Nestas circunstâncias ocorre o favorecimento de perdas foliares por doenças fúngicas e alterações em seu sabor.

Na beterraba, diferentemente de outras raízes tuberosas, como a cenoura, pode se realizar o transplante de mudas (FILGUEIRA, 2008), característica essa que tende a facilitar o cultivo e estabelecimento dessa cultura em seu canteiro.

Uma característica muito atrativa dessa cultura é sua composição nutricional, que em 100 g de beterraba crua pode conter até 86% umidade, 49 kcal; 2 g de proteína; 11 g carboidratos; 3,4 g de fibras alimentares; 0,9 g de cinzas; 18 mg cálcio; 0,3 mg ferro; 24 mg magnésio; 19 mg fósforo; 375 mg potássio; 0,08 mg de cobre; 10 mg sódio; 1,2 mg manganês; 3 mg vitamina C; 0,04 mg tiamina; riboflavina <0,02 mg; 0,04 mg piridoxina (NEPA/UNICAMP, 2004).

#### 2.1.2 Aspectos econômicos da produção de beterraba de mesa

Existem poucas cultivares plantadas no Brasil, a maioria delas é de origem norte-americana ou europeia, sendo as sementes importadas (FILGUEIRA, 2008). Dentre os tipos de beterraba cultivada, destaca-se a beterraba de mesa que vem ganhando espaço no mercado mundial graças as suas diversas propriedades nutricionais, podendo ser utilizada tanto para

consumo in natura, quanto na indústria de alimentos. (SOUZA et al., 2003; MARQUES et al., 2010). Na indústria alimentícia as betalaínas, composto encontrado na beterraba e responsável pela coloração arroxeadada, são utilizadas como corantes naturais (CONSTANT et al., 2002; DRUNKLER et al., 2003). Outra substância presente na beterraba que possui muito interesse e eficiência comprovada cientificamente é o licopeno, que também está presente no tomate e melancia. O licopeno é um antioxidante que quando absorvido pelo organismo ajuda a reparar e impedir danos celulares causados pelos radicais livres (ANGUELOVA; WARTHESEN, 2000).

O seu valor nutricional é fator favorável ao aumento do consumo, principalmente em açúcares, fonte de sódio, ferro, vitamina A e possui diversas propriedades medicinais. Possui alto teor de ferro, o que é muito importante na formação de glóbulos vermelhos (FERREIRA; TIVELLI, 1989).

Mais de 22.937 propriedades rurais no Brasil adotam o cultivo da beterraba, gerando produção de 177.145 toneladas da raiz (IBGE, 2009). O valor da cadeia produtiva da beterraba, no varejo, chegou ao marco de R\$ 814,2 milhões em 2020 (TIVELLI et al., 2011). O Rio Grande do Sul, juntamente com os Estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais, são os principais produtores de beterraba, a qual possui produtividade média de 30 a 40 toneladas por hectare (SEDIYAMA et al., 2011).

## 2.2 COBERTURA DE SOLO

Quando presente, a cobertura de solo sobre influencia positivamente na produtividade das culturas, pois age diminuindo a incidência de plantas espontâneas, fazendo com que a competição entre elas e as plantas cultivadas seja menor, melhora a liberação de nutrientes para o solo e aumenta a capacidade de retenção de água no solo (CARVALHO et al., 2005). Corrêa (2002) e Cadavid et al. (1998) destacam que entre as vantagens provindas da utilização de coberturas de solo estão a retenção da umidade, melhorias da estrutura do solo, menor compactação, aporte de matéria orgânica e nutrientes.

A cobertura no solo atua na primeira etapa do processo de redução das taxas de evaporação (STONE; MOREIRA, 2000). Além dessa característica, a cobertura de solo, também apresenta vantagens como a redução nas perdas lixiviação e erosão, e também redução da evapotranspiração e melhoria na aeração do solo (PEREIRA et al., 2000).

O uso de cobertura morta deve ser de acordo com a disponibilidade e viabilidade na região de produção, pois a velocidade da decomposição dos materiais varia muito, juntamente com a liberação de nutrientes, todos estes processos são influenciados pela composição química do material, assim como as condições de solo e clima. (MACHADO et al., 2008). A biota do solo tem sua qualidade e abundância como influenciadores da capacidade e velocidade de decomposição das coberturas mortas (CORREIA; ANDRADE, 1999).

Coberturas mortas provenientes de gramíneas são bons reservatórios de potássio e excelentes fontes de energia para as bactérias responsáveis pela degradação de outros materiais (HAMERSCHMIDT et al., 2012). Porém, Sedyama et. al., (2010) destacou que se deve atentar para a espessura da camada de cobertura do solo, pois coberturas mortas provenientes de materiais orgânicos com alta relação carbono/nitrogênio podem prejudicar a cultura da beterraba se não forem tomados cuidados, como adição de nitrogênio por via orgânica ou mineral. Outro fator importante que deve ser observado e foi destacado por Calvo et al. (2010) é que quando a cobertura morta é derivada de resíduos orgânicos com alta relação C/N pode ocorrer imobilização temporária de nutrientes durante o processo de decomposição.

A regulamentação da temperatura, da umidade e o aumento nos níveis de carbono nas camadas mais próximas ao solo são proporcionados pela adição de palhada, favorecendo também uma melhor retenção e infiltração de água (DERPSCH et al., 1985; AITA, 1997; AMADO, 2000). Visando a importância da regulamentação da umidade e temperatura, Allen et al. (1998) afirmam que quando um cultivo possui 50% de cobertura da superfície do solo por palhada, sua evapotranspiração pode ser reduzida em 25% durante seu estágio inicial, podendo ser de 5 a 10% quando atinge seu crescimento total.

Diversos autores estudaram a importância da cobertura de solo em diferentes culturas, entre eles Maluf et al., (2004) que verificaram em seu trabalho o aumento da massa média de cabeças de alface americana cultivadas em plantio direto utilizando palhada de aveia como cobertura quando comparadas com os sistemas de cultivo utilizando plástico preto ou solo descoberto.

A ação de diferentes tipos de cobertura de solo na cultura da cenoura, dentre elas a serragem, casca de arroz, maravalha e capim seco, mostram redução significativa na incidência de plantas espontâneas em relação ao solo descoberto (RESENDE et al., 2005). Os autores verificaram também que dentre as vantagens no uso de cobertura morta está a redução de temperatura em até 3,5°C e aumento na retenção de umidade do solo em até 2,3% em relação ao solo descoberto, com melhor desenvolvimento das plantas.

O resíduo vegetal a ser escolhido para uso em cobertura de solo é função de sua disponibilidade e varia entre as regiões e culturas onde será utilizado (HEREDIA ZÁRATE et al., 2004). Entre os materiais orgânicos utilizados como cobertura morta Sedyama et al., (2011) verificou em seu estudo que a palhada de café proporcionou maior massa unitária de raiz e maior produtividade de raízes comerciais.

## 2.3 ADUBAÇÃO

A beterraba é uma cultura muito exigente quanto à acidez de solo, sendo que sua faixa ideal se encontra entre o pH 6,5 e 7,0 (TRANI et al., 2013), também requer solos com textura média ou argilosa, ricos em matéria orgânica e bem drenados (TIVELLI et al., 2011). Filgueira (2008) afirma que para este cultivo em solos brasileiro os estudos são escassos, sugerindo então opções para regiões onde não há dados.

Para micronutrientes, a única recomendação é para B, pela sua elevada exigência, sugerindo aplicar de 2 a 3 kg ha<sup>-1</sup> de na forma de Bórax (12% B) (FILGUEIRA, 2008). Já no Manual de recomendação de calagem e adubação para o RS e SC (CQFS RS/SC, 2016), as doses recomendadas para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O variam de 50 a 370 kg ha<sup>-1</sup>, em função da classe textural e da CTC do solo. Para o nitrogênio está entre 70 e 130 kg ha<sup>-1</sup>, com base no teor de matéria orgânica no solo.

### 2.3.1 Importância da adubação boráxica

De acordo com Malavolta (1989), os micronutrientes são requeridos pelas plantas em menores quantidades (g/ha), porém sua deficiência pode proporcionar perdas significativas na produção. O boro é um micronutriente classificado como essencial para as plantas, juntamente com o zinco, cobre, ferro, manganês, molibdênio e o cloro.

Os micronutrientes se comportam influenciados pelas características presentes no solo, encharcamento, textura e mineralogia, teor de matéria orgânica, umidade e pH (LOPES, 1999). São transportados nas plantas principalmente pelo floema e este, se distingue em grupos de nutrientes que varia de alta a baixa mobilidade na planta (EMBRAPA, 2004). O boro se enquadra nos nutrientes de baixa mobilidade e possui a função de facilitar o transporte de açúcares através das membranas.

O boro é participante na síntese da base nitrogenada uracila, precursora da uridina difosfato glicose (UDPG), coenzima essencial para a síntese de sacarose. A uracila é uma base nitrogenada que compõe o RNA, que quando se torna deficiente em boro, afeta a síntese do ácido nucléico e também a síntese de proteínas (FAQUIN, 1994).

Plantas jovens de citrus quando bem nutridas em boro, cerca de 40% do micronutriente presente nos órgãos novos era obtido das reservas da própria planta, porém quando a planta estava mal nutrida, apenas 20% do micronutriente presente nos órgãos novos eram provenientes de sua reserva (BOARETTO, 2006). Os autores inferem que a redistribuição pode ser afetada pelo nutriente e pelo estado nutricional da planta.

Em beterrabas, Malavolta et al. (2000) relata que, na omissão de boro, ocorre menor absorção de água pela parede celular, redução da biossíntese dos polissacarídeos e conseqüentemente, aumento da rigidez na parede celular, crescimento reduzido e lesões nas raízes.

A beterraba é uma raiz rica em açúcares e possui grande acúmulo de boro e ferro, tanto em suas folhas como nas raízes (TIVELLI, 1998). Nesta espécie o boro favorece o aumento da taxa de transporte de açúcares, que são produzidos pela fotossíntese nas folhas maduras (ALLEN; PILBEAM, 2007). Quando há uma desordem no transporte de açúcares das folhas para outros órgãos elas podem engrossar e apresentar nervuras salientes (MALAVOLTA, 2000). Autores como Kirkby et al. (2007), afirmam que o boro é responsável pelo transporte de açúcares das folhas para as raízes, o que proporciona melhor desenvolvimento radicular, além da sua importância na formação da parede celular.

Estudos sobre a absorção e mobilidade do boro na cultura da beterraba mostram que apesar das plantas não apresentarem diferença significativa em sua área foliar, quando o boro foi fornecido na solução nutritiva aumentou a matéria fresca e seca das raízes dessa cultura (GONDIN et al., 2009).

### **2.3.2 Fatores que afetam a disponibilidade de boro**

Para se aumentar a eficiência agrônômica dos micronutrientes é importante conhecer os fatores que afetam a disponibilidade dos mesmos, incluindo os possíveis antagonismos e sinergismos fisiológicos. Entre eles, Lopes e Carvalho (1988) apresentaram um resumo desses fatores onde consta, maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 7,0; Condições de alta pluviosidade e altos graus de perdas por lixiviação, reduzem a disponibilidade, principalmente em solos mais arenosos; Condições de seca aceleram o aparecimento de sintomas de

deficiência, que, muitas vezes, tendem a desaparecer quando a umidade do solo atinge níveis adequados. Ainda segundo os autores, dois fatores explicam esse comportamento: a matéria orgânica que é uma importante fonte de boro para o solo, sob condições de seca a decomposição dessas diminui, liberando menos boro para a solução do solo; e, condições de seca reduzem o crescimento das raízes, induzindo a menor exploração do volume do solo, o que leva a um menor índice de absorção de nutrientes, inclusive boro.

Os limites entre a deficiência e a toxicidade de boro são muito estreitos e requerem um manejo correto da adubação com este nutriente (PRADO et al., 2006). Seguindo este parâmetro, Lopes e Carvalho (1988) sugerem que a aplicação de fertilizantes contendo boro em sistemas de rotação que envolva culturas com diferentes graus de sensibilidade devem ser feitas com cuidado.

### **2.3.3 Importância da adubação nitrogenada**

O nitrogênio apesar de ser abundante na atmosfera, não é aproveitável diretamente pelas plantas, precisando antes ser transformado em suas formas assimiláveis, como amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Para a grande maioria das culturas, a absorção de nitrogênio ocorre preferencialmente na forma  $\text{NO}_3^-$ , porém em alguns solos podem ocorrer situações desfavoráveis a nitrificação. Quando o  $\text{NO}_3^-$  é absorvido, logo é reduzido e incorporado em compostos orgânicos (MENDES, 2007).

O nitrogênio serve como constituinte de muitos componentes celulares, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos, o que faz com que sua deficiência iniba rapidamente o crescimento vegetal e clorose nas folhas mais velhas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Dentre todos os nutrientes essenciais o nitrogênio está entre os mais exigidos pela cultura da beterraba, pois contribui para o aumento da produtividade, promovendo a expansão foliar e o acúmulo de massa de folhas e raízes. Quando ausente, pode provocar anomalias morfológicas em beterraba, como a redução do tamanho e perdas de qualidade nutricional das raízes e folhas. (TIVELLI et al., 2011). Quando se apresenta em excesso, pode afetar a qualidade das raízes, aumentando o acúmulo de glutamina que proporciona o sabor amargo na beterraba (SOUZA et al., 2003).

Plantas com raízes tuberosas, cujas raízes sirvam de alimentos, necessitam que a adubação nitrogenada seja em cobertura (FILGUEIRA, 2003). Estudos feitos por Mack (1989)

já constatavam que doses altas de nitrogênio em cobertura contribuíam para a melhoria na qualidade das raízes e para o aumento da produtividade.

Vários são os fatores que interferem na eficiência da absorção de nitrogênio na adubação de beterraba, dentre eles o tipo de solo, a temperatura, a fonte deste nutriente e época e formas de adubação, concluíram então que a interação entre estes fatores esclarece as diferentes recomendações de nitrogênio para a cultura da beterraba disponível nas diversas literaturas (TRANI et al., 1993).

No segundo ano de seu experimento, Trani et al., (2005) verificaram que foi altamente favorável a elevação das doses de nitrogênio em cobertura quando analisados economicamente, tendo como resultados que cada quilograma de nitrogênio aplicado em cobertura proporcionou um acréscimo na produtividade de raízes e folhas de beterraba de 251 e 107 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em seu estudo, Vasque (2019) constatou que a adubação com nitrogênio proporcionou aumento de 12% em número de folhas e 31% de aumento para a altura da parte aérea da beterraba quando comparadas as médias dos tratamentos sem nitrogênio.

### 3 MATERIAL E METÓDOS

#### 3.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO E ADUBAÇÃO

O experimento foi conduzido em uma propriedade particular, localizada no município de Campina das Missões – RS. As coordenadas geográficas da área são latitude 27°59'58''S longitude 54°46'30''W, altitude 210 metros.

O clima da região é caracterizado como Cfa, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como subtropical úmido, ocorrendo verões quentes e não possuindo estação seca definida (MORENO, 1961).

Figura 1 - Local onde foi realizada a implantação do experimento.



Fonte: Google Earth (2020).

O Solo onde foi realizado o experimento foi classificado como Cambissolo Háplico (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação do experimento, foi realizada coleta de amostra conforme instrui o Manual de Calagem e Adubação do RS/SC (2016) para avaliação química do solo. As amostras foram enviadas para a prefeitura local, que posteriormente encaminhou para análise em laboratório credenciado.

A análise química do solo indicou: pH (H<sub>2</sub>O) = 4,9; SMP= 5,0; M.O = 3,3%; K = 236 mg L<sup>-1</sup>; P = >50 mg L<sup>-1</sup>; Argila: 51%; Ca = 5,3 Cmolc L<sup>-1</sup>; Mg= 2,1 Cmolc L<sup>-1</sup>; Al = 0,4 Cmolc L<sup>-1</sup>; H+Al = 13,7 Cmolc L<sup>-1</sup>; SB = 36,7 %; SA =4,7 %; CTC ef= 8,4 Cmolc L<sup>-1</sup>; CTC pH<sub>7</sub> = 21,7 Cmolc L<sup>-1</sup>; S = 9,6 mg L<sup>-1</sup>; B = 0,6 mg L<sup>-1</sup>; Cu = 14,7 mg L<sup>-1</sup>; Mn = 168,4 mg L<sup>-1</sup> e Zn = 9,1 mg L<sup>-1</sup>.

Com base na análise química do solo, constatou-se a necessidade de calagem na dosagem 9,9 t ha<sup>-1</sup>. A área total do experimento possui 36 m<sup>2</sup>, portanto houve a necessidade de

aplicação de 47 kg de calcário com PRNT 76,16%, o qual foi incorporado na área total durante o processo de preparo dos canteiros. Verificou-se também a necessidade de adubação nitrogenada na quantidade de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Destes, 20 kg foram aplicados via esterco bovino curtido, na adubação de pré-plantio, na dosagem de 31,99 kg, distribuídos igualmente entre as 12 parcelas destinadas, resultando em 2,66 kg de esterco bovino por parcela. O restante da quantidade total necessária foi suprida na forma de ureia, distribuídas igualmente aos 15, 30 e 40 dias após o plantio, nas quantidades de 20, 30 e 50%, respectivamente, do total recomendado para a cultura.

Não houve necessidade de adubação contendo K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pois classificaram-se como muito alto e alto conforme orientações descritas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC (2016).

Os tratamentos com boro receberam a quantidade de quatro (04) kg ha<sup>-1</sup> de bórax (TIVELLI, 2011), totalizando, 0,00576 kg distribuídos entre as 12 parcelas destinadas, o que resultará em 0,48g de boro por parcela. O boro foi aplicado em dose única na adubação de pré-plantio.

As fontes de boro e nitrogênio foram respectivamente boráx, esterco bovino e úreia.

### 3.2 ANÁLISE DE DADOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), bifatorial, sendo o primeiro fator a cobertura de solo (com e sem cobertura) e o segundo fator arranjos de adubação contendo ou não boro e nitrogênio [4B – 100N; 0B – 100N, 4B – 0N; 0B – 0N (testemunha)]. As doses descritas nos tratamentos foram recomendadas conforme a análise de solo. Foram utilizadas três repetições, por tratamento, totalizando 24 unidades experimentais (Figura 2).

Nos tratamentos com cobertura de solo, foi utilizada silagem de aveia branca, na proporção de 0,025 t ha<sup>-1</sup>, distribuídos entre as 12 parcelas destinadas, compondo uma camada superficial sobre cada uma.

A área total do experimento foi de 36 m<sup>2</sup>, onde cada canteiro possui 1 m x 1,2 m (1,2 m<sup>2</sup>). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A realização das análises estatísticas foi realizada com o auxílio do programa SIRVAR.

### 3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

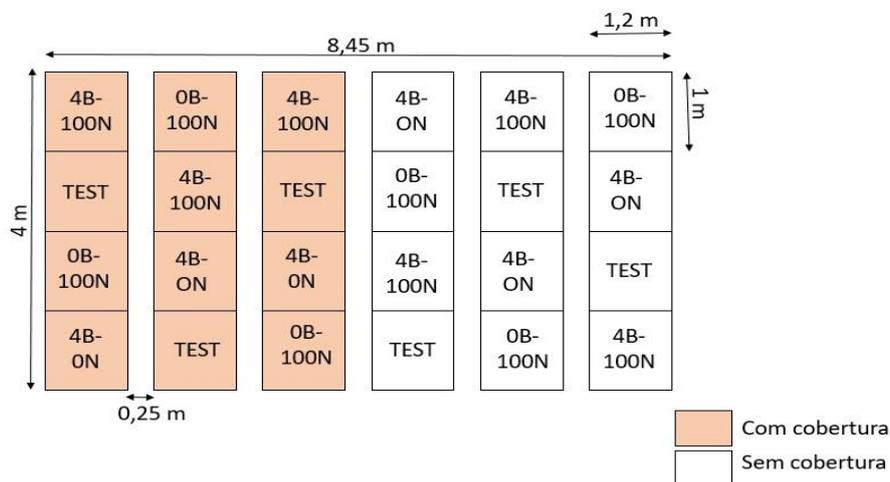
O local de instalação do experimento foi mantido em pousio por aproximadamente dois anos. Dessa forma, a dessecação de plantas espontâneas foi realizada aproximadamente um mês antes de sua incorporação com escarificador.

As mudas de beterraba, da cultivar “Boro” foram produzidas em casa de vegetação localizada na linha Doze Norte, em Cândido Godói/RS. A semeadura foi realizada em bandejas de 200 células, contendo substrato para hortaliças, utilizando um glomérulo por célula.

A área experimental foi preparada com aração e os canteiros feitos manualmente, assim como os sulcos para plantio.

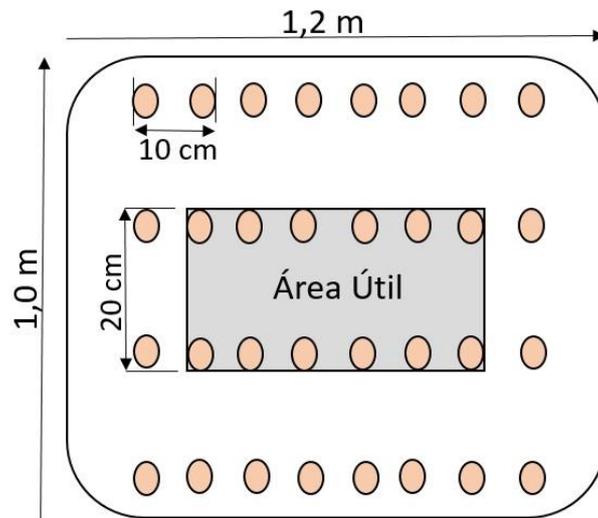
O transplante das mudas ocorreu aproximadamente 30 dias após a semeadura ou quando as mudas apresentaram cinco folhas. As mudas foram transplantadas manualmente e individualmente em cada sulco, com espaçamento entre plantas de 10 cm e o espaçamento entre fileiras de 20 cm.

Figura 2 - Croqui da área experimental onde foi implantada a cultura da beterraba.



Fonte: O autor (2020).

Figura 3 - Croqui de parcela experimental.



Fonte: O autor (2020).

### 3.4 AVALIAÇÕES

Ao longo do ciclo da cultura foram realizadas capinas manuais com o auxílio de enxada para controle de plantas espontâneas. A colheita foi realizada aos 85 dias após o transplante das mudas, logo após, foram higienizadas e armazenadas em temperatura ambiente em bancada para posteriores avaliações, onde foram utilizadas 10 plantas, retiradas ao acaso de dentro de cada parcela útil. Para as avaliações foram utilizadas as seguintes metodologias:

- Massa verde da parte aérea e das raízes: para esta avaliação foi utilizada uma balança semi-analítica, com precisão de 0,1g (Figura 4 e Figura 5).

Figura 4 - Avaliação da massa verde das raízes de beterraba.



Fonte: O autor (2020).

Figura 5 – Avaliação da massa verde da parte aérea de beterraba armazenados em envelope de papel pardo.



Fonte: O autor (2020).

- Massa seca da parte aérea e das raízes: para esta avaliação foi necessário a utilização de uma balança semi-analítica, com precisão de 0,1g e uma estufa de circulação de ar forçado com temperatura de 65°C (Figura 6 e Figura 7).

Figura 6 – Avaliação da massa seca da parte aérea de beterraba.



Fonte: O autor (2020).

Figura 7 – Avaliação da massa seca das raízes de beterraba.



Fonte: O autor (2020).

- Altura de parte aérea: este resultado foi verificado através da distância do início da parte aérea até a folha mais alta, com paquímetro digital e o resultado convertido em centímetros (Figura 8).
- Comprimento da raiz: este resultado foi obtido através do comprimento longitudinal da raiz, com o auxílio de paquímetro digital e os resultados apresentados em centímetros (Figura 9).
- Diâmetro da raiz: este resultado foi obtido através da medição da seção transversal da raiz, com auxílio de paquímetro digital e os resultados apresentados em centímetros (Figura 10).

Figura 8 – Avaliação da altura da parte aérea de beterraba.



Fonte: O autor (2020).

Figura 9 e 10 – Avaliação do comprimento e diâmetro das raízes de beterraba.



Fonte: O autor (2020).

- Teor de sólidos solúveis totais: medido a partir da análise de uma gota de suco da raiz (parte comestível) em refratômetro digital. Os resultados foram expressos em °Brix (Figura 11 e Figura 12).

Figura 11 – Paquímetro digital utilizado para avaliação do teor de sólidos solúveis totais.



Fonte: O autor (2020).

Figura 12 – Raízes de beterraba cortadas para posterior avaliação de sólidos solúveis totais.



Fonte: O autor (2020).

- Produtividade: foi estipulada através do resultado da massa verde das raízes e convertidos em kg/ha (Figura 13).

Figura 13 – Canteiro com plantas de beterrabas utilizadas para avaliações.



Fonte: O autor (2020).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as condições realizadas neste experimento, em todos os parâmetros avaliados, não foi observada interação significativa entre os fatores cobertura do solo e arranjos de adubação. Infere-se desta forma que os fatores atuaram de forma isolada (Tabela 1).

Tabela 1- Resultados da análise de variância para os fatores cobertura de solo, adubação e a interação para as diferentes avaliações realizadas.

Avaliações	Pr>Fc		
	Cobertura de Solo	Adubação	Interação
Altura de parte aérea (cm)	0,0758 ns	0,0000 *	0,1213 ns
Comprimento de raiz (cm)	0,6159 ns	0,0220 *	0,4006 ns
Diâmetro de raiz (cm)	0,2848 ns	0,0530 ns	0,6864 ns
Massa verde da parte aérea (g)	0,0393 *	0,0024 *	0,6050 ns
Massa seca da parte aérea (g)	0,1141 ns	0,0000 *	0,1584 ns
Massa verde da raiz (g)	0,4072 ns	0,0112 *	0,0862 ns
Massa seca da raiz (g)	0,2007 ns	0,0027 *	0,0731 ns
Sólidos solúveis totais (°brix)	0,2334 ns	0,1084 ns	0,3513 ns
Produtividade (kg/ha)	0,4072 ns	0,0112 *	0,0962 ns

\* = significativo; ns = não significativo. Probabilidade de erro: 5%.

Fonte: O autor (2021).

Para o fator isolado cobertura de solo, foi observado efeito significativo apenas para a avaliação de massa verde da parte aérea (Tabela 1). O tratamento com cobertura de solo (silagem de aveia branca) proporcionou as maiores médias para a massa verde da parte aérea de beterrabas. (Tabela 2).

Estudos verificam a importância da cobertura de solo em diferentes culturas, Maluf et al., (2004), concluíram em seu trabalho o aumento da massa média de cabeças de alface americana cultivadas em plantio direto utilizando palhada de aveia como cobertura quando comparadas com os sistemas de cultivo onde se utilizou plástico preto ou solo descoberto.

O aumento na massa verde da parte aérea pode ser em decorrência da redução da competição entre as plantas, fator esse observado por Resende et al., (2005) que afirma que a ação de diferentes tipos de cobertura de solo na cultura da cenoura, dentre elas a serragem, casca de arroz, maravalha e capim seco, mostraram redução significativa na incidência de plantas espontâneas em relação ao solo descoberto. Os autores verificaram também que entre as vantagens no uso de cobertura morta está a redução de temperatura em até 3,5°C e aumento

na retenção de umidade do solo em até 2,3% em relação ao solo descoberto, com melhor desenvolvimento das plantas.

O uso da aveia e de sua palhada proporcionam redução de população de plantas espontâneas devido ao seu efeito supressor e ou alelopático o que faz com que os custos com capinas ou herbicidas seja menor (PORTAS; VECHI, 2007). Para Heckler et al. (1998) o uso de palhada sobre a superfície do solo ainda contribui para redução evapotranspiração, aumentando a infiltração e armazenamento de água no solo, reduzindo assim as temperaturas na camada mais superficial solo.

Tabela 2 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde da parte aérea de beterrabas submetidas a tratamentos com cobertura de solo.

Tratamentos	Massa verde da parte aérea (g)
Com cobertura	32,01 a
Sem cobertura	29,07 b
Média	30,54
CV%	10,48

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.  
Fonte: O autor (2021).

Para o fator isolado adubação, foram observados efeitos significativos para altura de parte aérea, comprimento de raízes, massa verde da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa verde das raízes, massa seca das raízes e produtividade (Tabela 1).

Para altura de parte aérea nota-se que as médias foram maiores nos tratamentos que continham nitrogênio e boro (Tabela 3). Verifica-se também, que para comprimento das raízes, o tratamento com boro e nitrogênio obteve a maior média, seguida dos tratamentos que continham apenas boro em sua composição (Tabela 3).

A parte aérea das culturas funciona como fonte e dreno na formação das raízes, por isso a importância de se avaliar a altura da parte aérea (BARRETO et al., 2013).

Em beterrabas, Malavolta et al., (2000) relatam que, na omissão de boro, ocorre menor absorção de água pela parede celular, redução da biossíntese dos polissacarídeos e conseqüentemente, aumento da rigidez na parede celular, crescimento reduzido e lesões nas raízes.

O nitrogênio está entre os nutrientes essenciais mais exigidos pela cultura da beterraba, pois contribui para o aumento da produtividade, promovendo a expansão foliar e o acúmulo de massa em folhas e raízes (TIVELLI et al., (2011). O nitrogênio serve como constituinte de

muitos componentes celulares, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos, o que faz com que sua deficiência iniba rapidamente o crescimento vegetal e cause clorose nas folhas mais velhas (TAIZ; ZEIGER, 2006). Podemos observar isso tanto na avaliação da altura das raízes, como no comprimento, onde as testemunhas apresentaram médias inferiores aos demais tratamentos que possuíam nitrogênio em sua composição (Tabela 3).

Em seu estudo, Vasque (2019) constatou que a adubação com nitrogênio proporcionou aumento de 12% em número de folhas e 31% de aumento para a altura da parte aérea da beterraba quando comparadas as médias dos tratamentos sem nitrogênio.

Tabela 3 - Valores médios (gramas) referentes à altura de parte aérea e comprimento das raízes de beterraba submetidos a diferentes arranjos de adubação.

Tratamentos	Altura da parte aérea (cm)	Comprimento das raízes (cm)
Testemunha (t1)	25,49 b	4,17 b
4B-100N (t2)	30,32 a	5,10 a
4B-ON (t3)	26,84 b	4,49 ab
OB-100N (t4)	30,26 a	4,72 ab
Média	28,23	4,62
CV%	3,42	10,06

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.  
Fonte: O autor (2021).

Para massa verde da parte aérea verificou-se que os tratamentos com boro e nitrogênio juntamente com o tratamento contendo apenas nitrogênio apresentaram médias significativamente maiores quando comparadas aos demais tratamentos (Tabela 4). Para a massa seca da parte aérea o tratamento com boro e nitrogênio foi observado a maior média entre os tratamentos. Estes resultados podem ser justificados pois o nitrogênio além de promover a expansão foliar e acúmulo de massa, também é fundamental, para a formação de aminoácidos, proteínas e carboidratos nas plantas (DUPAS, 2012). Para Ferreira et al., (2010) os estudos da massa verde da parte aérea também objetivam a verificação da eficiência da adubação nitrogenada em culturas, pois seus resultados indicam o acúmulo de biomassa vegetal em função da maior produção de aminoácidos e assimilados de carbono da fotossíntese.

Estudos feitos por Vasque (2019) verificaram médias 56% maiores para massa fresca da parte aérea nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada em relação as médias dos tratamentos que não receberam nitrogênio em cobertura.

Tabela 4 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde da parte aérea e massa seca da parte aérea de beterraba submetidas a diferentes arranjos de adubação.

Tratamentos	Massa verde da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
Testemunha (t1)	26,15 b	2,77 c
4B-100N (t2)	33,92 a	4,06 a
4B-ON (t3)	29,19 ab	3,40 b
OB-100N (t4)	32,91 a	3,63 ab
Média	30,54	3,47
CV%	10,48	9,01

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.  
Fonte: O autor (2021).

Para o parâmetro massa verde das raízes, foi observado diferença significativa entre as médias dos tratamentos compostos por boro e nitrogênio e a testemunha. Na massa seca das raízes, observa-se diferença significativa entre o tratamento composto por boro e nitrogênio dos tratamentos somente com nitrogênio e testemunha (Tabela 5).

Nota-se que a omissão de nitrogênio causa queda nas médias da massa verde das raízes de beterraba, assim como para a massa seca das raízes. Para Trani et al. (2013) o nitrogênio quando ausente, causa danos ao desenvolvimento das raízes de beterraba, reduzindo a matéria seca tanto das raízes, como da parte aérea, o que afetava progressivamente na produtividade e na homogeneidade das raízes. Vasque (2019) constata em seus estudos, que a perda de massa verde das raízes de beterraba é maior quando o boro e o nitrogênio não são fornecidos, assim como Marques et al. (2010) concluíram em seu estudo com beterraba que o nitrogênio influencia positivamente na produção e no acúmulo de massa fresca das raízes.

Em estudos realizados por Gondin et al. (2009) o boro aplicado na solução do solo favoreceu o aumento da massa verde e a massa seca das raízes na cultura da beterraba, mesmo as plantas não apresentando diferença significativa em sua área foliar. Já, Carvalho et al. (2001) infere que devido à baixa mobilidade que o boro possui nas plantas, os sintomas deficiência aparecem inicialmente em órgãos mais novos, o que afeta o crescimento tanto da parte aérea como das raízes.

Tabela 5 - Valores médios (gramas) referentes a massa verde das raízes e massa seca das raízes de beterraba submetidas a diferentes arranjos de adubação.

Tratamentos	Massa verde das raízes (g)	Massa seca das raízes (g)
Testemunha (t1)	45,51 b	7,71 b
4B-100N (t2)	82,69 a	14,02 a
4B-ON (t3)	60,68 ab	10,36 ab
OB-100N (t4)	68,25 ab	9,38 b
Média	64,28	10,37
CV%	26,05	23,35

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.  
Fonte: O autor (2021).

Para a produtividade das raízes de beterraba, ao analisar as médias para adubação composta por boro e nitrogênio os dados indicam que houve aumento significativo em relação a testemunha, que não continha nenhum dos nutrientes em sua composição (Tabela 6). A aplicação de nitrogênio em cobertura pode ser sido fator determinante para este resultado pois plantas com raízes tuberosas, cujas raízes sirvam de alimento, necessitam que a adubação nitrogenada ocorra em cobertura (FILGUEIRA, 2003). Em seus estudos Mack (1989) também constata que doses altas de nitrogênio em cobertura contribuíam para a melhoria na qualidade das raízes e para o aumento da produtividade.

Tabela 6 - Valores médios (kg/ha) referentes a produtividade de beterrabas submetidas a tratamentos com diferentes arranjos de adubação.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)
Testemunha (t1)	379,27 b
4B-100N (t2)	689,14 a
4B-ON (t3)	505,74 ab
OB-100N (t4)	568,81 ab
Média	535,74
CV%	26,05

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.  
Fonte: O autor (2021).

## 5 CONCLUSÃO

Para as condições realizadas neste experimento, em todos os parâmetros avaliados, não foi observada interação significativa entre os fatores cobertura do solo e arranjos de adubação.

O fator cobertura de solo apresentou incremento significativo somente para as médias da massa fresca da parte aérea.

O fator adubação apresentou incremento significativo para as médias de altura da parte aérea, comprimento das raízes, massa verde e massa seca da parte aérea, massa verde e massa seca das raízes e produtividade.

O fornecimento de nitrogênio e boro proporcionou as maiores médias para todos os parâmetros avaliados.

## REFERÊNCIAS

- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de coberturas: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. *In: Atualização em recomendação de adubação e calagem, ênfase em plantio direto*. Santa Maria: Editora Pallotti, 1997. p. 76-111.
- ALLEN R.G. *et al.* **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 1998. 300p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235704197\\_Crop\\_evapotranspiration\\_Guidelines\\_for\\_computing\\_crop\\_water\\_requirements](https://www.researchgate.net/publication/235704197_Crop_evapotranspiration_Guidelines_for_computing_crop_water_requirements) FAO\_Irrigation\_and\_drainage\_paper\_56. Acesso em 02 set 2020.
- ALLEN, V.B.; PILBEAM, D.J. Handbook of plant nutrition. **Books in soils, plants and the environment**. Boron by Umesh C. Gupta. p.241-278, 2007.
- ANGUELOVA, T.; WARTHESEN, J. Lycopene stability in tomato powders. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 1, p. 67-70, 2000. Disponível em: <http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/Journal%20of%20food%20science/2000%20v.65/no.1/jfsv65n1p0067-0070ms19990418%5B1%5D.pdf>. Acesso em 02 set 2020.
- AMADO, T. J. C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes em plantio direto. *In: Encontro nacional de plantio direto*. FEBRAPDP, Passo Fundo. p. 105-111, 2000.
- BARRETO, C. R et al. Produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Multidisciplinar**. v.16, n.1, 2013. Disponível em: <https://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/52>. Acesso em: 02 maio 2021.
- BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. Palo Alto, v.49, p.481-500, 1998. Disponível em: [http://arquivo.ufv.br/DBV/PGFVG/BVE684/htms/pdfs\\_revisao/Molecularplantnutrition/BORON%20IN%20PLANT%20STRUCTURE.pdf](http://arquivo.ufv.br/DBV/PGFVG/BVE684/htms/pdfs_revisao/Molecularplantnutrition/BORON%20IN%20PLANT%20STRUCTURE.pdf). Acesso em 25 abr. 2021.
- BOARETTO, R.M. **Boro (10B) em laranja: absorção e mobilidade**. Tese (Doutorado) Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USP, Piracicaba, 120p. 2006.
- BRANCO, R. B. *et al.* Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, 28: 75-80, 2010.
- CADAVID, L. F. *et al.* Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava growth in sandy soils in Northern Colombia. **Field Crops Research**, v.57, p.45-56. 1998.
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia*, v.69, p.77-86, 2010.

- CARVALHO, G. C. *et al.* Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas. **Lavras: UFLA/FAEPE**. p. 95. 2001.
- CARVALHO, J. E. *et al.* Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. regina 2000, em Jiparaná/RO. **Ciências e agrotecnologias**. Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.
- CONSTANT, P. B. L.; STRINGUETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do CEPPA**, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002.
- CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.203-209, 2002.
- CORREIA, M, E, F.; ANDRADE, A, G. Formação de serapilheira. *In*: SANTOS GA; CAMARGO FAO. (eds). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Gênese**. p.97-225, 1999.
- CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M. D.; NETO, J. F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranaensis**, Botucatu, n. 11, p. 1-15, 2012.
- CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.376. 2016.
- DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 20, nº 7, p. 761-773. 1985.
- DRUNKLER, D. A.; FETT, R.; LUIZ, M. T. B. Betalaínas extraídas da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, v. 37, n. 1, p. 14-21, 2003.
- DUPAS, E. **Nitrogênio, potássio e boro: aspectos produtivos, morfológicos, nutricionais e frações fibrosas e protéicas do capim-Tanzânia**. 2012. 89 f. Tese (Doutorado em Ciências/Solo e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-16082012-085016/publico/Elisangela\\_Dupas.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-16082012-085016/publico/Elisangela_Dupas.pdf). Acesso em: 08 abri. 2021.
- DOS SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. p.227. 1994.
- FERREIRA, M. D. TIVELLI, S.W. Cultura da beterraba: recomendações gerais. Guaxupé: Cooxupé, p.14, 1989.
- FERREIRA, M. M. M; FERREIRA, G. B; FONTES, P. C. R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**. v. 57, n. 2, p. 263-273,

2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2010000200019&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000200019&lng=pt&tlng=pt). Acesso em 09 abri. 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3º edição. Viçosa: UFV, p. 421. 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3a edição. Viçosa: UFV, 2012, 418p.

GONDIN, A. R. O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105185>. Acesso em: 16 jun.2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CENSO AGROPECUÁRIO 1995/96 e 2006 - Brasil. 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 abri. 2021.

HAMERSCHMIDT, I. *et al.* **Manual de olericultura orgânica**. Curitiba, PR: Emater, p.129, 2012.

HECKLER, I. C.; HERNANI, L. C., PITO L, C. P. *In*: SALTON, J.C.; HERNANI, L. C; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37- 49. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/98258>. Acessado em 19 abril 2021.

HEREDIA ZÁRATE, N.A. *et al.* Forma de adição ao solo da cama-de-frango de corte semidecomposta para produção de taro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.2, p.111-117, 2004.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Tradução: Suzana Oellers Ferreira. Encarte Técnico. **Informações Agronômicas** nº118, 2007.

LOPES, A. S. Micronutrientes: Filosofia de aplicação e eficiência agronômica. **Boletim técnico nº 8**. São Paulo. ANDA. 58p. 1999. Disponível em: [http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/boletim\\_08.pdf](http://anda.org.br/wp-content/uploads/2018/10/boletim_08.pdf). Acesso em: 18 jun. 2020.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA-IAPAR-SBCS, p. 133-178, 1988. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=450509&biblioteca=vazio&busca=450509&qFacets=450509&sort=&paginao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 18 jun. 2020.

Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação - NEPA/UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade Estadual de Campinas: Campinas-SP, 2004, 43 p.

MACHADO, A. Q. *et al.* Efeito da cobertura morta sobre a produção de alface crespa, cultivar Cinderela, em Várzea Grande-MT. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, 2008.

MACK, H. J. Effects of nitrogen, boron and potassium on boron deficiency, leaf mineral concentrations, and yield of table beets (*Beta vulgaris L.*). **Communications In Soil Science Plant Analysis**, New York, v.20, n.3-4, p.291-303, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós. p.319, 1997.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5º edição São Paulo – SP, p. 292, 1989.

MALAVOLTA, E; PIMENTEL GOMES, F; ALCARDE, JC. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 13p. 2000.

MALUF, L. E. J. *et al.* Avaliação de cultivares de alface americana em diferentes tipos de coberturas do solo. *In Congresso Brasileiro De Olericultura*. v. 44, p. 492-493, 2004.

MARQUES, L. F. *et al.* VALE, L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.

MENDES, A. M. S. Introdução a fertilidade do solo. *In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *In: Curso De Manejo E Conservação Do Solo E Da Água*, 2007, Barreiras. Palestras... Barreiras: MAPA; SFA-BA: Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos-UEP Recife, 2007. 1 CD-ROM., 2007.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 1961, 61 p.

MULLER, A. G. Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa L.*) para diferentes tipos de cobertura do solo. Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 77p. (Dissertação de mestrado).

PEREIRA, C. Z.; DOMINGOS, S. R.; GOTO, R. Cultivo de alface tipo americana no verão, com diferentes tipos de solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Suplemento, v. 18, p. 491-492, 2000.

PORTAS, A.A.; VECHI, V.A. de **Aveia preta - boa para a agricultura, boa para a pecuária**. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_4/AveiaPreta/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/AveiaPreta/index.htm). Acesso em: 8 abri 2021.

PRADO, R. M.; NATALE, W.; ROZANE, D.E. Níveis críticos de boro no solo e na planta para cultivo de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 28, n. 2, p. 305-309, 2006.

RESENDE, F.V. *et al.* Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.100-105, 2005.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SEDIYAMA, M. A. N. *et al.* Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 9, 2011.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.835-841, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre, Artmed, 3º edição, p.101, 2006.

TIVELLI, S.W. Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas. **Boletim 200 do IAC** - Instituto Agrônomo - IAC - Centro de Horticultura. Campinas: IAC. 396p, 1998.

TIVELLI, S.W. *et al.* **Boletim técnico 210: Beterraba: do plantio à comercialização**. IAC, p.45, 2011. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/cprural/flipbook/pb/pb53/assets/basic-html/page44.html>. Acesso em: 20 maio 2020.

TRANI, P.E.; FORNASIER, J.B.; LISBÃO, R.S. Nutrição mineral e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. p.429-46, 1993.

TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

TRANI, P. E. *et al.* Calagem e adubação da beterraba. **Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)**. p.15. 2013. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoestecnologicas/93.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/93.pdf). Acesso em: 28 abr. 2021.

VASQUE, H. **Produtividade e qualidade pós-colheita da beterraba em função de doses de nitrogênio e boro**. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Universidade Federal Paulista, Botucatu, p.95, 2019.