

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA
ESPECIALIZAÇÃO *LATU SENSU* EM AGROECOLOGIA

GREGORY KRUKER

INCREMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BETERRABA (*Beta vulgaris*) EM SISTEMA DE BASE ECOLÓGICO: APLICAÇÕES DO BIOCOMPOSTO TIPO BOKASHI

Lages - SC
Maio, 2023

GREGORY KRUKER

INCREMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BETERRABA (*Beta vulgaris*) EM SISTEMA DE BASE ECOLÓGICO: APLICAÇÕES DO BIOCOMPOSTO TIPO BOKASHI

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Especialização *latu sensu* em
Agroecologia do Câmpus Lages do
Instituto Federal de Santa Catarina
para a obtenção do diploma de
Especialista em Agroecologia

Orientadora: Prof. Dra. Janice Regina
Gmach Bortoli

Lages - SC

Maio, 2023

GREGORY KRUKER

INCREMENTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE BETERRABA (*Beta vulgaris*) EM
SISTEMA DE BASE ECOLÓGICO: APLICAÇÕES DO BIOCOMPOSTO TIPO BOKASHI

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Especialista em
Agroecologia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão
avaliadora abaixo indicada.

Lages, junho de 2023.

Orientadora - Prof. Dra. Janice Regina Gmach Bortoli
IFSC

Professor Dr. Roberto Akitoshi Komatsu
IFSC

Professor Dr. Fernando Domingos Zinger
IFSC

AGRADECIMENTOS

RESUMO

A carência de tecnologias apropriadas para estabelecer sistemas agroalimentares de base ecológica, impulsiona o desenvolvimento do setor agrícola no sentido de prover bioinsumos de alto padrão e qualidade. O uso de biofertilizantes na produção de mudas tem se mostrado uma alternativa promissora, e nesse sentido o biocomposto tipo “bokashi” tem apresentado potencial de promover crescimento vegetal, devido às suas propriedades nutricionais e bioativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses do biocomposto tipo “bokashi” em adição a dois substratos comerciais na produção de mudas de beterraba. O experimento foi conduzido em estufa, no IFSC Campus Lages, durante os meses de fevereiro e março de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, e consistiu num bifatorial 2 x 4. Foram utilizadas quatro dosagens (0%, 10%, 20% e 40% v/v) do biocomposto “tipo” bokashi em mistura com dois substratos comerciais. A produção das mudas foi realizada em bandejas de isopor com 128 células, onde foram semeadas 48 sementes de beterraba da variedade *Katrina*. As variáveis agrônômicas mensuradas foram: porcentagem de germinação (9 DAS, 15 DAS e 31 DAS) altura da parte aérea (22 DAS e 31 DAS), comprimento de raiz, razão altura da parte aérea e comprimento de raiz, e massa seca da parte aérea e raiz. A adição de 20% (v/v) do biocomposto tipo bokashi nos dois substratos utilizados, proporcionou o incremento na germinação inicial de beterraba vr. *Katrina*. Houve incremento na produção de massa seca da parte aérea das mudas de beterraba vr. *Katrina*, com a adição de 10 e 20% (v/v) do biocomposto tipo bokashi (65% e 31,6% respectivamente) ao substrato Agrinobre. Os resultados sugerem que o uso do biocomposto tipo bokashi como biofertilizante é uma alternativa viável e promissora para a produção de mudas de hortaliças em sistema orgânico.

Palavras-chave: Nutrição vegetal; biofertilizante aeróbio; comunidade microbiológica; segurança alimentar.

ABSTRACT

The lack of appropriate technologies to establish ecological-based agri-food systems drives the agricultural sector towards providing high-standard and quality bio-inputs. The use of biofertilizers in seedling production has shown promising results, and in this sense, the bokashi-type biocompost has shown potential for promoting plant growth, due to its nutritional and bioactive properties. The objective of this study was to evaluate the effect of different doses of bokashi-type biocompost in addition to two commercial substrates on the production of beet seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at IFSC Campus Lages, during the months of February and March 2023. The experimental design used was completely randomized, with 4 repetitions, and consisted of a 2 x 4 factorial. Four doses (0%, 10%, 20%, and 40% v/v) of the bokashi-type biocompost were used in combination with two commercial substrates. The seedlings were produced in polystyrene trays with 128 cells, where 48 seeds of beet variety *Katrina* were sown. The agronomic variables measured were: germination percentage (9 DAS, 15 DAS and 31 DAS), shoot height (22 DAS and 31 DAS), root length, shoot height to root length ratio, and dry mass of the shoot and root. The addition of 20% (v/v) of the “bokashi” type biocompost in the two substrates used provided an increase in the initial germination of Katrina beet. There was an increase in the production of dry mass of the shoot of Katrina beet seedlings with the addition of 10% and 20% (v/v) of the “bokashi” type biocompost (65% and 31.6% respectively) to the Agrinobre substrate. The results suggest that the use of the bokashi-type biocompost as a biofertilizer is a viable and promising alternative for the production of vegetable seedlings in organic systems.

Keywords: Plant nutrition; aerobic biofertilizer; microbiological community; food security.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Lista com os 10 gêneros de maior ocorrência na amostra do biocomposto tipo “bokashi” para o grupo de bactérias e fungos. Análise Metagenômica, realizada pela empresa Biome4All, 2022.....	18
Figura 2 – Composição dos filos de maior ocorrência na amostra do biocomposto tipo “bokashi” para o grupo de bactérias e fungos. Análise Metagenômica, realizada pela empresa Biome4All, 2022.....	19
Figura 3 - Valores médios de altura da parte aérea das plântulas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e dose do biocomposto tipo bokashi, IFSC, Lages, 2023.	22
Figura 4 - Modelo de regressão linear para altura da parte aérea (cm) aos 22 DAS das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto tipo bokashi, IFSC, Lages, 2023.....	23
Figura 5 - Altura final da parte aérea (cm) das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.	24
Figura 6 - Modelo de regressão linear para altura da parte aérea final (cm) das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.....	25
Figura 7 - Comprimento do Sistema radicular (cm) das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.....	26
Figura 8 - Razão comprimento parte aérea/sistema radicular das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.....	28
Figura 9 - Massa seca da parte aérea (g) das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.	29
Figura 10 - Massa seca de raiz das mudas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias do percentual de germinação (%) aos 9, 15, 17 dias após a semeadura (DAS) e final das plântulas de beterraba vr. <i>Katrina</i> , em função do tipo de substrato e doses do biocomposto tipo "bokashi". IFSC Campus Lages, 2023.....	20
---	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Delineamento experimental.....	15
2.2 Caracterização dos substratos e do biocomposto tipo bokashi	15
2.3 Montagem do bioensaio e avaliações fitométricas	17
2.4 Análises estatísticas	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÃO	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1.INTRODUÇÃO

A implementação de sistemas agroalimentares em bases ecológicas, contribui na promoção de soberania e segurança alimentar, gerando alimentos saudáveis para suprir as necessidades crescentes da população (BAMPA *et al.*, 2019). Aspectos-chave como reduzir o avanço em novas áreas agricultáveis, aumentar a eficiência no uso de água e nutrientes, reduzir o desperdício de alimentos e efetuar a reciclagem de resíduos e materiais orgânicos (ações de economia circular), são ações que convergem com os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS's) e contribuem para a manutenção do estado de saúde do solo (DÖRING *et al.*, 2015).

A condição de fertilidade dos solos se encontra ameaçada devido a problemas de degradação ambiental, gerados a partir dos processos de industrialização da agricultura, ocasionando poluição dos solos e cursos d'água (eutrofização e acidificação), contaminação com resíduos tóxicos e diminuição da biodiversidade. Quando o sistema de fertilização é dependente de fertilizantes minerais solúveis (inorgânicos), o mesmo se fragiliza, pois além dos efeitos negativos sobre a cadeia trófica, as reservas globais de fósforo e potássio são limitadas e não renováveis, implicando em restrições na exploração a longo prazo (OWEN *et al.*, 2015; MÖLLER *et al.*, 2018).

Para o sucesso na implantação e condução de culturas hortícolas, selecionar atributos agronômicos desejáveis como a utilização de sementes e mudas com alto vigor, que possam estabelecer-se rapidamente no campo e com alto padrão, é imprescindível (SILVA *et al.*, 2018). Desse modo, a obtenção de plantas com potencial de tolerar estresses abióticos e bióticos, que ocorrerem na fase de implantação da cultura, pode ser viabilizada pelo uso de mudas produzidas em sistema orgânico, o qual tem sido utilizado para minimizar problemas com fitopatógenos associados nas mesmas, garantindo o estabelecimento das plântulas (MENTEN; MORAES, 2010; BALARDIN *et al.*, 2011).

O Brasil possui legislação para produção de alimentos orgânicos desde 2003, através da Lei 10.831 de dezembro de 2003, e por meio da Instrução Normativa nº 52 de 2021 (BRASIL, 2021) é indicado uma série de substâncias que podem ser utilizadas como insumos na agricultura orgânica. No anexo V da IN nº 52, constam substâncias e produtos autorizados para uso em fertilização e correção do solo.

Ainda, a IN nº 52 exige a adequação das unidades de produção orgânicas até 2026 em relação a utilização de 100% de sementes e mudas com origem comprovada de sistemas orgânicos certificados. A legislação orgânica vigente é impositiva, configurando tal cenário como desafiador, pois há poucos viveiristas especializados na produção de mudas

orgânicas, e a dificuldade de acesso na aquisição de sementes oriundas de campos de produção certificados orgânicos. Embora existam empresas de sementes que oferecem sementes orgânicas, a disponibilidade de certas variedades pode ser limitada. Isto pode dificultar o acesso as sementes de que os agricultores necessitam para produzir uma gama diversificada de culturas.

Como a produção de hortaliças em sistema orgânico busca adaptar técnicas agrícolas a realidade regional com características do cultivo, utilização de mão-de-obra familiar, menor dependência de insumos externos, e geração de diversidade de produtos e menor capital investido, é uma atividade que fortalece a agricultura de base familiar (SEDIYAMA *et al.*, 2014).

O processo de produção das mudas orgânicas pode ser laborioso, pois requer planejamento e um manejo diferenciado em relação aos aspectos nutricionais do substrato e controle de fitopatógenos. A produção de mudas de hortaliças em bandejas é a técnica mais recomendada e praticada atualmente pelos agricultores, devido facilidade no manuseio e a possibilidade de um maior controle dos aspectos nutricionais e sanitários dessa etapa da produção, os quais favorecem a adesão do uso das bandejas (FURLAN *et al.*, 2007).

O destaque para a cultura hortícola da beterraba (*Beta vulgaris*), como sendo uma das culturas mais produzidas no país, é a possibilidade de produção de mudas orgânicas em bandejas, impulsionando o setor de viveiristas e insumos para sua produção. As mudas podem ser comercializadas como microverdes para alimentação humana, ou seguirem para a produção a campo, visando o consumo *in natura* ou indústria açucareira (TIVELLI *et al.*, 2011). De acordo com o IBGE (2021) a produção de beterraba no Brasil foi de aproximadamente 1,7 milhão de toneladas, onde as regiões sudeste e sul cultivam 77% dessa produção. Já em relação à produção de beterraba em Santa Catarina, segundo dados da Epagri/Cepa, em 2020, o estado produziu cerca de 7 mil toneladas de beterraba. É importante destacar que a produção pode variar de ano para ano, influenciada por fatores como clima e mercado (IBGE, 2021). Os principais centros produtores em Santa Catarina são os municípios de Urubici, Antônio Carlos e Águas Mornas (EPAGRI/CEPA, 2014).

O substrato é um dos elementos-chave na produção de mudas orgânicas, pois ele servirá como meio para estabelecimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Algumas das funções do substrato na produção de mudas orgânicas incluem: promover estabilidade e fixação da plântula com uniformidade, associado a baixa resistência física para o desenvolvimento radicular, suprir as demandas por oxigênio e nutrientes, ser capaz de reter água e regular a umidade, e por fim facilitar o manejo das

mudas, permitindo que as mudas sejam facilmente transplantadas para recipientes maiores ou para o campo (SILVA *et al.*, 2009; NASCIMENTO; PEREIRA, 2016). Contudo, na prática, há dificuldade de obter substratos de fontes orgânicas que atendam, ao mesmo tempo, à necessidade das mudas em água, oxigênio e nutrientes, devido às características dos materiais constituintes (LEAL *et al.*, 2009).

O biocomposto tipo “bokashi”, elaborado a partir de uma mistura de materiais orgânicos e minerais, e submetido ao processo controlado de semi-decomposição microbiológica aeróbia termofílica, se constitui como uma biotecnologia para suprir a carência nutricional das plantas (HERENCIA, MAQUEDA, 2016). Como fonte de inóculo microbiano, há a técnica de captura e reprodução de microrganismos nativos (RESTREPO, HENSEL, 2015), conhecido também como microrganismos eficientes (EM). Quando a cultura microbiológica do EM é incorporada na preparação do biocomposto bokashi, ele passa a ser conhecido como bokashi EM (BALOGUN *et al.*, 2016). Esse inóculo biodiverso pode ser aplicado no momento de mistura dos ingredientes, visando a redução do tempo para estabilização e maturação do bokashi, ou já com o biocomposto pronto, sendo essa comunidade composta por microrganismos funcionais benéficos, como os promotores de crescimento vegetal (QUIROZ, CÉSPEDES, 2019).

Entre os precursores nos trabalhos com EM's estão as obras do professor Tiruo Higa, o qual iniciou seus estudos nesta área na década de 1960, descrevendo uma gama de aplicações das preparações EM, havendo relatos de efeitos benéficos em diferentes ambientes tais como solos, plantas e água. Segundo Higa (1998), o EM contém cerca de 80 espécies de microrganismos, que podem ser divididas nos seguintes grupos: i) bactérias fotossintetizantes; ii) bactérias lácticas; iii) leveduras; iv) actinomicetos e v) fungos fermentadores como *Aspergillus* e *Penicillium*. O estudo de Van Egeraat (1998) encontrou cerca de 107 microrganismos/ml de EM1, sendo a maioria deles bactérias de ácido láctico. As leveduras são um dos principais componentes que formaram a microbiota do EM, enquanto a maioria dos outros microrganismos, quando detectados no inóculo, estavam presentes apenas em concentrações muito baixas.

O biocomposto tipo “bokashi” proporciona benefícios aos atributos físicos (estrutura), químicos (incremento no teor de nutrientes) e biológicos do solo (atividade biológica, ciclagem de nutrientes, mineralização da matéria orgânica), sendo possível de ser incorporado ao substrato para a produção de mudas (BERNAL *et al.*, 2009). Entre os benefícios destacam-se a liberação de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Na), ácidos húmicos e fúlvicos, substâncias bioativas, sideróforos e complexos enzimáticos, o que reduz a dependência de suplementação com fertilizantes

minerais solúveis (MELERO *et al.*, 2006). Na literatura há resultados positivos com a utilização do Bokashi EM, em diversos cultivos de hortaliças. Na cultura da alface, o diâmetro, biomassa fresca e número de folhas foi incrementada com a aplicação de 500 g.m⁻² de bokashi (GOULART *et al.*, 2018).

Na produção de beterraba (*Beta vulgaris*) foi verificado incremento na produtividade da cultura com aplicação de até 600 g.m⁻² de bokashi em cobertura, com incremento na altura de planta, massa fresca das raízes, comprimento de raiz e produtividade da beterraba (SILVA *et al.*, 2018;). No cultivo do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) a adubação com bokashi favoreceu o desenvolvimento das plantas, com incremento positivo nas variáveis analisadas até a dosagem de 10,0 t.ha⁻¹, sendo incrementos equivalentes a 46,9% na massa fresca de cabeça, 20,39% no diâmetro longitudinal e 20,69% no diâmetro transversal, resultando em 47,04% a mais de produtividade. Ainda o índice de clorofila foi aumentado com a aplicação de bokashi. (XAVIER *et al.*, 2019). A aplicação de bokashi enriquecido com fosfato natural aumentou o índice de clorofila nas folhas de salsa, bem como o peso de massa seca de todos os tratamentos que receberam a aplicação de bokashi, e aumentou os teores de P foliar das plantas e o teor de P no solo. (MAASS *et al.*, 2020).

É importante salientar que o cultivo da beterraba no sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) é uma alternativa à muitos agricultores de base familiar, para reduzir os impactos ocasionados pelo sistema de cultivo convencional (EPAGRI, 2004), realizado com uso intensivo de práticas de revolvimento do solo, as quais potencializam a erosão do solo, água e nutrientes (PANACHUKI *et al.*, 2011). Dentre os princípios do SPDH, destaca-se a mobilização do solo restrito à linha de plantio, rotação de culturas, redução até a eliminação do uso de agrotóxicos, manejo de plantas espontâneas em consórcio com as hortaliças, promoção do conforto e da saúde das plantas com adubação equilibrada e geração de microclima adequado para a expressão do máximo potencial produtivo (FAYAD *et al.*, 2013; EPAGRI, 2004).

Objetivo do trabalho foi verificar o efeito das dosagens do biocomposto tipo “bokashi” incorporado em dois substratos diferentes, avaliando parâmetros agrônômicos na produção de mudas de beterraba orgânica em bandejas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Lages, localizado no Planalto Sul (27°49`S e 50°40`W) do Estado de Santa Catarina, com altura acima do nível médio do mar entre 884 e 1260 m, durante os meses de fevereiro e março de 2023. De acordo com Wrege *et al.*, (2012) no Atlas Climático dos Estados do Sul do Brasil e com a classificação Köppen-Geiger, o tipo de clima é "Cfb" (temperado clima, com verão ameno). A média anual de temperatura do ar é de 15,9°C e a média anual de precipitação é de 1650mm (ÁVILA, *et al.* 2022).

2.1 Delineamento experimental

O experimento consiste em um bifatorial 2 x 4 (dois tipos de substrato, 4 doses de avaliação, 0%, 10% 20% e 40% (v/v) do biocomposto tipo bokashi incorporado aos substratos), composto por 4 repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), conduzido em casa de vegetação.

Os tratamentos selecionados foram: T1 – substrato Agrinobre (AG 0%); T2 – substrato Agrinobre + 10% bokashi (AG 10%); T3 – substrato Agrinobre + 20% bokashi (AG 20%); T4 – substrato Agrinobre + 40% (AG 40%); T5 - substrato Pilar tradicional (PL 0%); T6 – substrato Pilar tradicional + 10% bokashi (PL 10 %); T7 – substrato Pilar tradicional + 20% bokashi (PL 20%); T8 - substrato Pilar tradicional + 40% bokashi (PL 40%).

2.2 Caracterização dos substratos e do biocomposto tipo bokashi

Os substratos utilizados foram selecionados a partir do critério de comparação de um substrato convencional e um orgânico.

O substrato Agrinobre possui registro no MAPA (nº registro RS003714-1.000007), sendo classificado como Substrato para plantas classe "F", com composição: turfa de esfagno, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico, gesso agrícola, fertilizante NPK e micronutrientes. Sobre as especificações e garantias mínimas: pH 5,0; Ec (mS/cm) 1,0; Umidade máxima (p/p): 55%; Densidade: 150 kg/m³, Capacidade de retenção de água – CRA (p/p): 140%.

O substrato Pilar tradicional foi fornecido pela empresa Pilar Produtos Agroecológicos, o qual possui registro no MAPA como Fertilizante Orgânico "Classe A", tendo como ingredientes casca de pinus, carvão vegetal ecológico, vermiculita e cama de aves. Características químicas: pH 6,2; Ec (mS/cm) 0,7; Ca (7,35 cmolc.dm⁻³); Mg (3,46

cmol_c.dm⁻³), H + Al (1,76 cmol_c.dm⁻³), CTC efetiva (12,19 cmol_c.dm⁻³), K (>400 mg.dm⁻³), P (>51, mg.dm⁻³), S (61,4 mg.dm⁻³), B (0,72 mg.dm⁻³), Cu (2,82 mg.dm⁻³), Zn (11,0 mg.dm⁻³), Mn (26,9 mg.dm⁻³), M.O (12%), V% (87,4%).

O biocomposto tipo “bokashi” foi disponibilizado pela empresa Menuai – Bioinsumos e Pesquisa, o qual possui como ingredientes: mistura compostada de esterco de aves poedeiras e bovinos, terra preta, farelo de cereais, pó de rocha silicática Dacito, carvão vegetal, cinza de biomassa de madeira, melado, biofertilizante vegetal fermentado, leveduras, microrganismos purificados e água. A empresa segue protocolos especializados de produção de bioinsumos, com monitoramento do processo de decomposição biológica do biocomposto e análises químicas e biológicas para controle de qualidade dos lotes de fabricação. O biocomposto foi peneirado em malha de 8mm para padronização do tamanho de partículas.

A análise química do bokashi foi realizada pela Fundação ABC: Matéria Seca (79,12%), Densidade (0,8 g.cm⁻³), Umidade (1,53%), M.O (16,25%), Carbono Orgânico (7,39%), pH (8,03), CTC (153,42 mmol_c.kg⁻¹) Ácido Fúlvico (1,05%), Ácido Húmico (1,15%), N (0,63%), P (0,44%), K (1,04 %), Ca (2,04%), Mg (0,56%), S (0,19%), Na (0,2%), Fe (1,8%), Cu (129,99 mg.kg⁻¹) Zn (166,05 mg.kg⁻¹), B (20,06 mg.kg⁻¹), Mn (397,6 mg.kg⁻¹), Cd (N.D), Pb (3,98 mg.kg⁻¹), Co (2,43 mg.kg⁻¹), Cr (8,26 mg.kg⁻¹), Mo (0,99 mg.kg⁻¹), Ni (3,18 mg.kg⁻¹), Se (N.D), Cloro solúvel em água (0,32%).

Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do biocomposto bokashi foi determinada com base nos parâmetros de qualidade de composto orgânico, pois não há legislação específica aplicada a essa classe de bioinsumo. Tanto o composto orgânico, como o biocomposto tipo bokashi são o produto da oxidação biológica de uma mistura de materiais orgânicos, minerais e animal, em condições adequadas de temperatura e umidade (SAG, 2013). O conteúdo de M.O, pH, N total, e relação C/N das pilhas estava de acordo com os requisitos mínimos para classificação como Fertilizante Orgânico Classe “A” (NCh 2880; DCI, 2015).

Em relação a qualidade biológica do biocomposto tipo “bokashi”, foi enviado uma amostra para análise completa dos genes de fungos e bactérias através de sequenciamento genético (ngs), na empresa Biome4all. Após a extração do DNA e sequenciamento pela plataforma Illumina HiSeq, procedeu a montagem das bibliotecas e reconstrução do metagenoma. Sobre as informações do sequenciamento, o gene-alvo das bactérias foi o 16S, região v3-v4, volume (reads): 81574, comprimento médio (reads): 2x250pb. Para os fungos o gene-alvo foi o ITS2, com Volume (reads): 99429 e comprimento médio (reads): 2x250pb.

O processamento dos dados para a elaboração dos resultados ocorreu em duas etapas: i) definição de variantes taxonômicas e ii) inferência funcional. Primeiramente, o pacote QIIME2 foi utilizado para a definição de variante de sequência de amplicon (amplicon sequence variants - ASVs) com o algoritmo DADA2. O protocolo padrão do programa PICRUST2, utilizado nessa etapa, faz uso dessa forma de definição de variantes. O fluxo de trabalho do PICRUST2 envolve a inserção das ASVs obtidas em uma árvore de referência, que serve como base para a determinação do conteúdo funcional com base em genomas conhecidos. Como ferramenta de interpretação dos dados genéticos da microbiota do biocomposto tipo “bokashi” foi utilizado a Agri-Analysis.

Na figura 1 consta o resultado da análise metagenômica realizada no biocomposto tipo bokashi, com a lista dos 10 gêneros de maior ocorrência na amostra para o grupo de bactérias e fungos, e na figura 2 está a distribuição e estrutura dos principais filos de bactérias e fungos, de ocorrência no biocomposto. Em relação as bactérias: Sequências classificadas a nível de espécie: 3461, e número total de unidades taxonômicas operacionais identificados (OTUs): 1059. Já para fungos foram Sequências classificadas a nível de espécie: 394 e OTUs: 128.

2.3 Montagem do bioensaio e avaliações fitométricas

A mistura do biocomposto tipo bokashi com os substratos foi realizado manualmente, sendo as proporções padronizadas em volume de bokashi/volume de substrato. O ajuste de umidade foi efetuado com o teste do punho. Foram selecionadas sementes de boa qualidade, uniformes em tamanho e forma, sem danos físicos ou por fitopatógenos/insetos para o ensaio. No total foram semeados 48 glomérulos por repetição no bioensaio, sendo semeado 1 glomérulo por cédula em bandejas de isopor de 128 cédulas, de beterraba (*Beta vulgaris*) cv. *Katrina*. O bioensaio teve duração total de 31 dias, onde foi avaliado o percentual de germinação (divisão do número de sementes germinadas pelo número total de sementes multiplicado por 100) aos 9, 15, 17 e 31 dias após a semeadura (DAS), considerando semente germinada a observação da protrusão da radícula (primeira raiz) e do hipocótilo (primeira parte da planta que emerge da semente) a partir do tegumento.

Foram selecionadas 10 plântulas representativas da porção central da bandeja para mensurar as características fitométricas de altura da parte aérea (22 DAS e final), comprimento de raiz, razão altura parte aérea/comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz. A determinação da altura da parte aérea das mudas foi medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, posicionada verticalmente em

relação à base da bandeja. A medida foi realizada a partir do colo da planta (ponto de emergência da raiz e da parte aérea) até o ápice da parte aérea, registrando o valor em centímetros.

O procedimento adotado para determinação da massa seca da parte aérea e raiz foi realizado após a colheita das mudas. Primeiramente, as mudas foram separadas em parte aérea e raiz e, em seguida, foram alocadas em sacos de papel identificados. Em seguida, os sacos foram levados à estufa com circulação de ar forçado a uma temperatura de 65°C por 72 horas para a obtenção da massa seca. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão e registradas em gramas (g).

2.4 Análises estatísticas

Os resultados obtidos sobre germinação e características fitométricas das mudas de beterraba, foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett, e quando atendido os pressupostos da análise de variância, seguiram para o teste de médias. Foi efetuado teste de regressão linear para as variáveis altura da parte aérea (cm) aos 22 DAS e final, massa seca da parte aérea e raiz, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância. Foi utilizado o ambiente estatístico R v 4.1.2 e o programa SigmaPlot versão 12.5 (R core team, 2022).

Figura 1 - Lista com os 10 gêneros de maior ocorrência na amostra do biocomposto tipo “bokashi” para o grupo de bactérias e fungos. Análise Metagenômica, realizada pela empresa Biome4All, 2022. Fonte: o Autor, 2023 (adaptado do software Agri-Analysis).

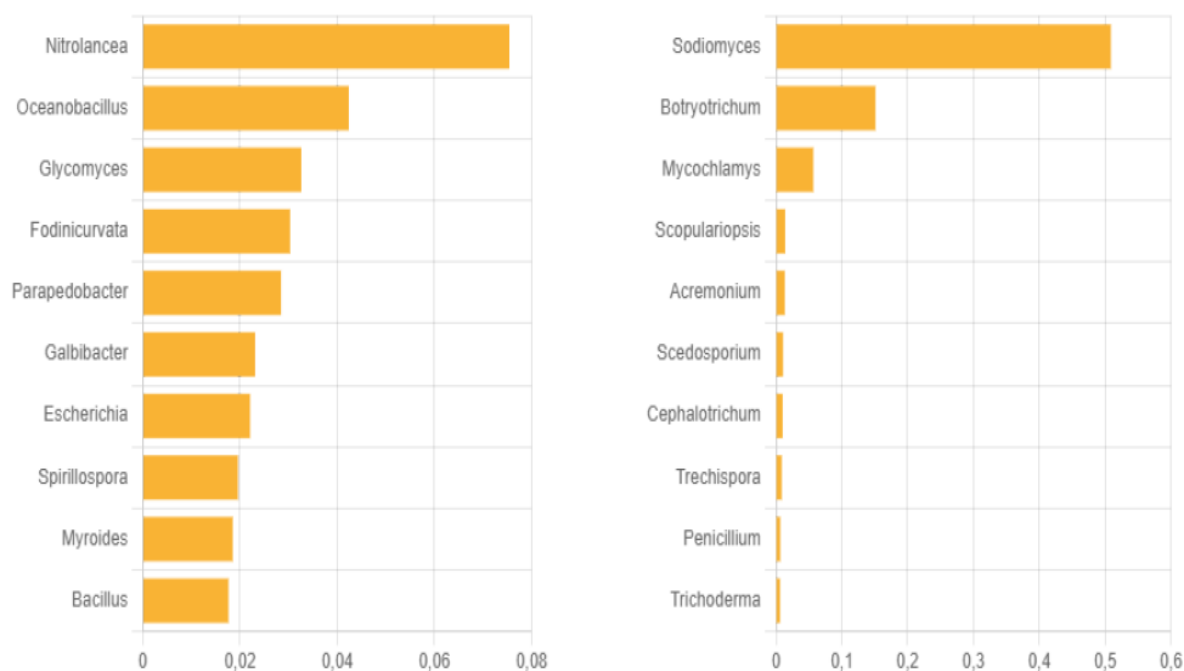
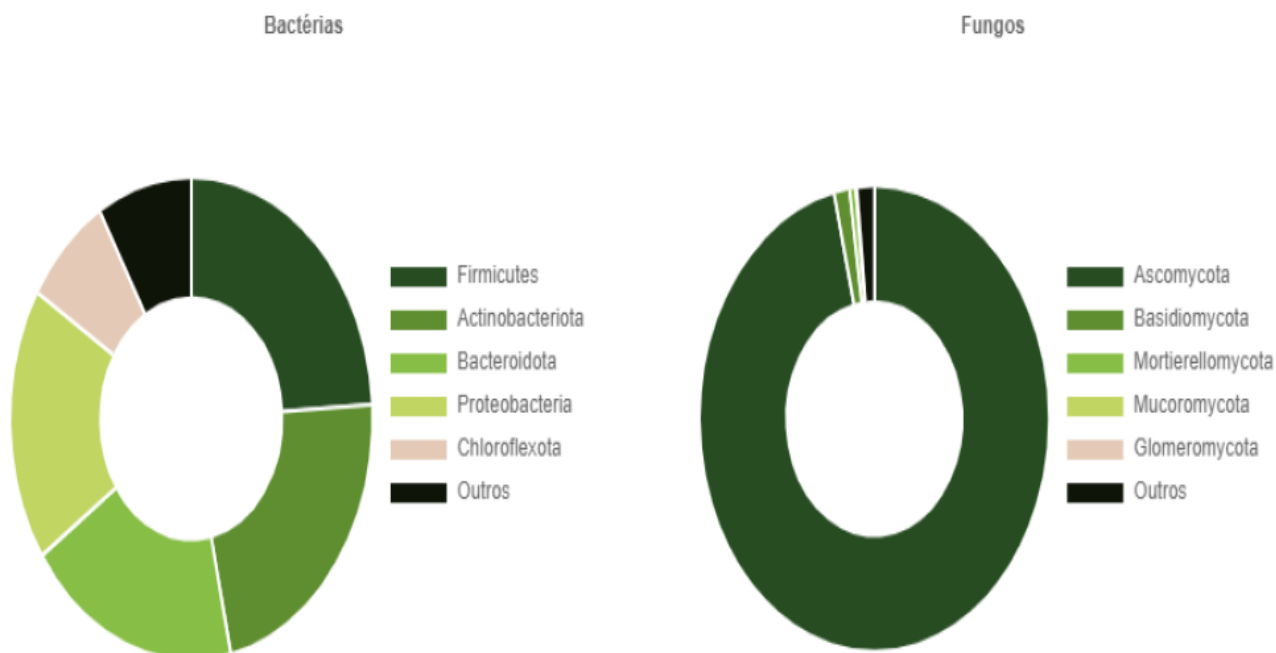


Figura 2 – Composição dos filos de maior ocorrência na amostra do biocomposto tipo “bokashi” para o grupo de bactérias e fungos. Análise Metagenômica, realizada pela empresa Biome4All, 2022. Fonte: o Autor, 2022 (adaptado do software Agri-Analysis).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos influenciaram a germinação das sementes de beterraba, onde houve diferença no percentual de germinação aos 9 e 15 dias após a semeadura (DAS) dos glomérulos, onde as maiores taxas de germinação aos 9 DAS foram verificadas nos tratamentos AG 20% (70%), AG 40% (66%) e PL 20% (66%), valores que correspondem a um incremento de 35,7% e 31,8% respectivamente em relação ao tratamento AG 10% (45% de germinação), o qual apresentou a menor média de germinação entre os tratamentos avaliados (Tabela 1). Comportamento semelhante foi observado na germinação aos 15 DAS, onde os tratamentos AG 20% (78%) e PL 20% (75%) apresentaram os maiores valores, onde o incremento foi de 30,7% e 28% de plântulas germinadas em relação as menores taxas de germinação nos tratamentos AG 10% (54%) e PL 0% (54%) respectivamente.

Ao final do período de condução do bioensaio, não houve diferença entre o percentual de plântulas vivas. A garantia de germinação das sementes era de 90%, porém em nenhum dos tratamentos avaliados o percentual de germinação atingiu os valores estipulados. Tal efeito pode ser explicado pela concentração salina que se acumula no

substrato, o que pode inibir a embebição das sementes e causar desequilíbrio nutricional, disfunção enzimática e metabólica (XU *et al.*, 2016). Uma alta concentração de íons salinos no substrato resulta em estresse hídrico fisiológico, impedindo a absorção de nutrientes devido ao crescimento do potencial osmótico do meio. Porém, a beterraba é uma das principais culturas produtoras de açúcar, e no geral demonstra uma boa adaptabilidade sob estresse salino. Há relatos que a beterraba pode se desenvolver em solos contendo 85-140 mM de sais (LI *et al.*, 2007). Ainda, essa supressão na germinação pode ter ocorrido devido a exposição das sementes a grande carga microbiana na interface biocomposto-substrato durante o período de germinação, promovendo a competição por nutrientes entre a microbiota e o embrião. A redução da porcentagem de germinação (%) pode ter sido causada também pela produção de substâncias fitotóxicas pelos microrganismos. Inicialmente, os hormônios produzidos por microrganismos são benéficos para a germinação de sementes, no entanto, em concentrações inibidoras, muitos desses hormônios podem ser tóxicos às sementes, o que pode suprimir a germinação. Portanto, os efeitos dessas substâncias nas plantas são dependentes da quantidade presente (CARVALHO *et al.*, 2011).

Tabela 2 - Médias do percentual de germinação (%) aos 9, 15, 17 dias após a semeadura (DAS) e final das plântulas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto tipo "bokashi". IFSC Campus Lages, 2023.

Tratamento	G (%) 9 DAS	G (%) 15 DAS	G (%) 17 DAS	G final (%) 31 DAS
Agrinobre 0%	63 ab	67 ab	67 ^{ns}	67 ^{ns}
Agrinobre + 10% Bokashi	45 c	54 b	59	57
Agrinobre + 20% Bokashi	70 a	78 a	79	79
Agrinobre + 40% Bokashi	66 a	71 ab	71	71
Pilar 0%	49 bc	54 b	55	54
Pilar + 10% Bokashi	66 a	70 ab	70	69
Pilar + 20% Bokashi	63 ab	75 a	76	75
Pilar + 40% Bokashi	59 abc	64 ab	63	65
CV (%)	16,6	16,7	19,4	17,6

C.V.: Coeficiente de variação; as médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram significativamente entre si, teste de duncan $p < 0,05$. ns = não significativo.

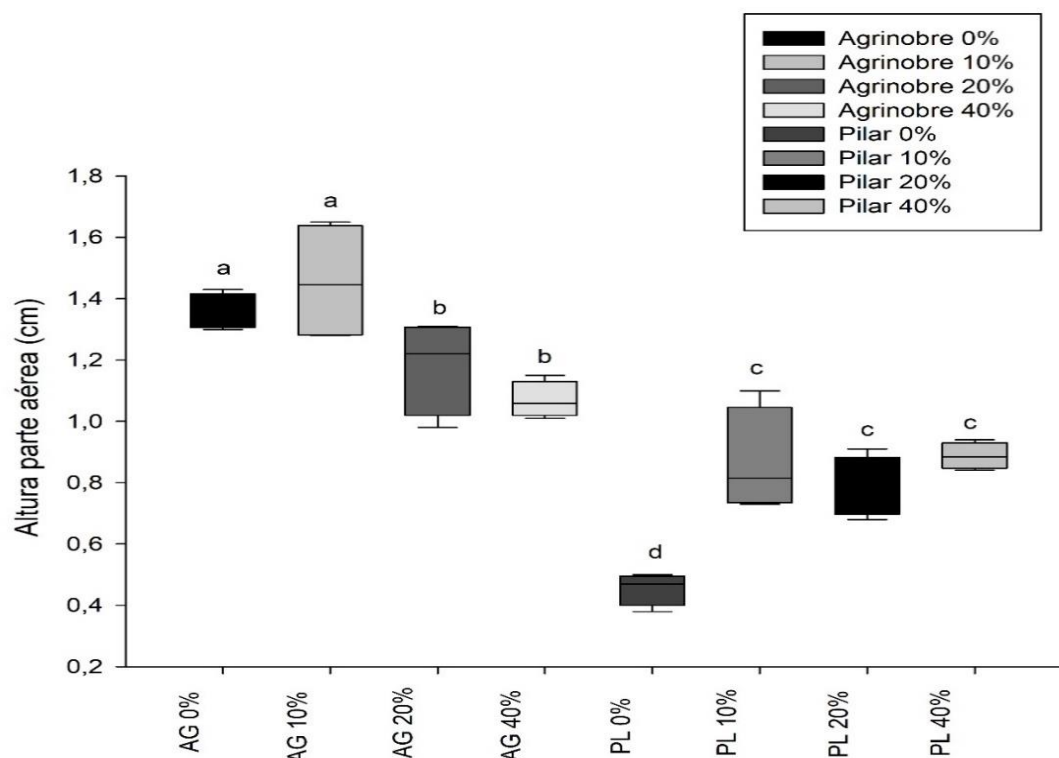
Com base na análise metagenômica do biocomposto tipo bokashi, foi identificado o filo das Actinobactérias, conhecidas pela capacidade de produzir grande variedade de enzimas extracelulares, proteínas e fitormônios (BARKA *et al.*, 2015). Dentro do filo Actinobactéria, os membros da ordem Actinomycetales são importantes produtores de antibióticos (BARKA *et al.*, 2015). Em relação ao filo Proteobactéria, composto pela ordem Burkholderiales, é formado por bactérias promissoras ao setor agrícola pela capacidade de produzir reguladores de crescimento, sideróforos e exo-heteropolissacarídeos (RING *et al.* 2016). A capacidade de degradação do revestimento externo dos glomérulos pelos microrganismos, por meio da produção de enzimas presentes no biocomposto tipo bokashi EM, pode estar relacionada com a eficiência na germinação de sementes, permitindo a absorção de água, oxigênio e, conseqüentemente, a germinação. (MOWA, MAASS, 2012).

O trabalho desenvolvido por Cunha (2018) avaliou a germinação de sementes de beterraba sob efeito de diferentes substratos (substrato comercial, composto orgânico, vermicomposto e vermiculita) e concluiu que a germinação das sementes de beterraba não foi influenciada pelo tipo de substrato, pois independente do material utilizado, a germinação foi elevada, uma vez que a mesma foi superior a 80% para todos os substratos. Bothmann & Simonetti (2011) avaliaram diferentes substratos (solo + humus de minhoca, solo + areia, solo + substrato comercial e solo puro) no desenvolvimento de rúcula, e não observaram diferenças significativas na germinação, comprimento de raízes e área foliar em função do substrato utilizado. O trabalho de Quiroz & Flores, 2019 avaliou a maturidade e estabilidade do nitrogênio de fertilizantes orgânicos tipo bokashi elaborados com diferentes matérias primas de origem animal (cama de aves, esterco suíno e bokashi apenas com resíduos vegetais), e no teste de germinação com sementes de rabanete, evidenciou maiores taxas de germinação relativa e índice de germinação com a utilização de bokashi elaborado com esterco de suínos em relação aos demais avaliados.

Na figura 3 estão apresentadas as medias dos valores referentes a altura da parte aérea das plântulas de beterraba aos 22 DAS, onde os tratamentos AG 0% (1,35 cm) e AG 10% (1,45 cm) obtiveram os maiores valores, seguido de AG 20% (1,18 cm) e AG 40% (1,07 cm). O tratamento PL 0% apresentou o menor crescimento entre os tratamentos avaliados. Os tratamentos PL 10%, PL 20% e 40% apresentaram comportamento semelhante em relação ao crescimento. O incremento no crescimento da parte aérea dos tratamentos AG 10%, AG 20% AG 40% em relação ao PL 0% foi de 222%, 162% e 137% respectivamente. Esse resultado deve-se ao efeito do uso do biocomposto bokashi, pois em mistura com o substrato acelera a mineralização da matéria orgânica, resultando em uma quantidade de nitrogênio líquido rapidamente disponível, proporcionando rápido

estabelecimento e arranque inicial das plântulas, sendo essas, características desejáveis na produção de mudas orgânicas (BOECHAT *et al.*, 2013).

Figura 3 - Valores médios de altura da parte aérea das plântulas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e dose do biocomposto tipo bokashi, IFSC, Lages, 2023.



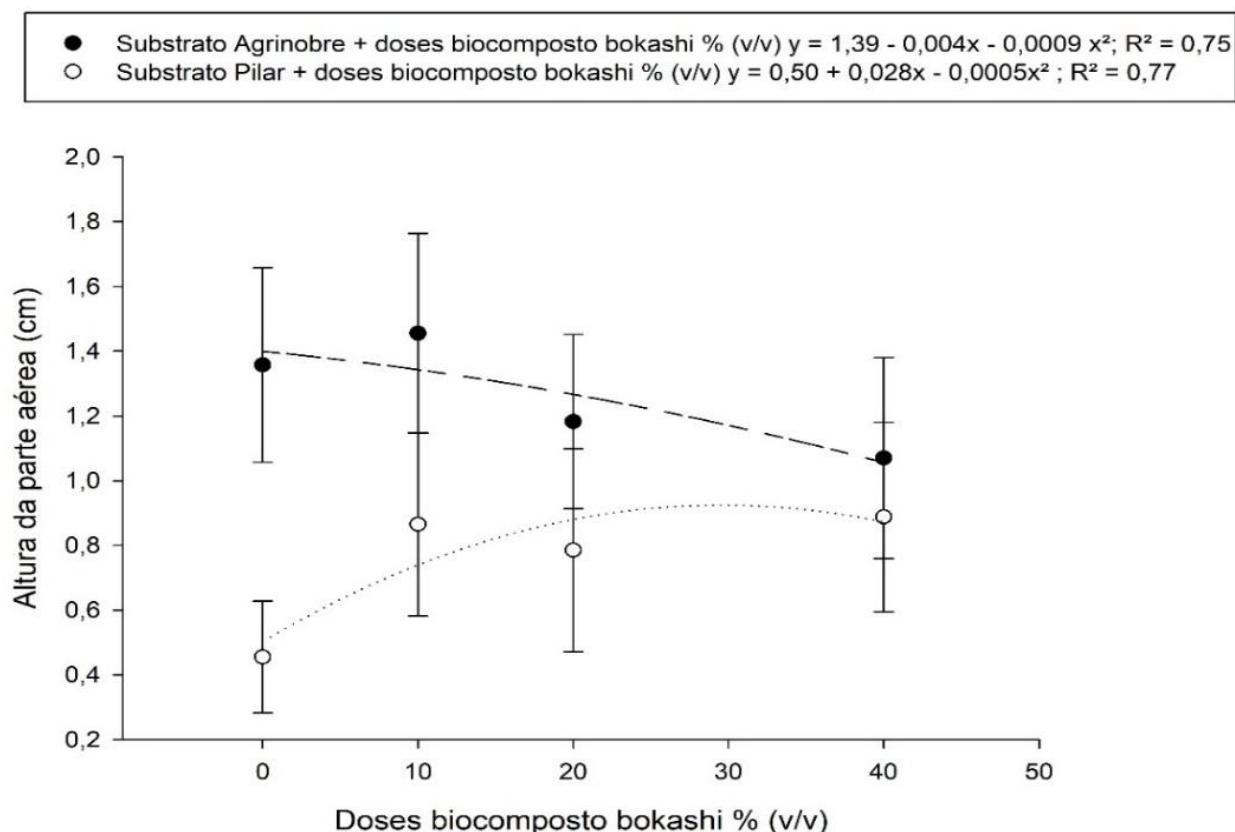
Nota: AG 0% = substrato Agrinobre sem adição de bokashi; AG 10% = Agrinobre + 10% bokashi (v/v); AG 20% = Agrinobre + 20% bokashi (v/v); AG 40% = Agrinobre + 40% bokashi (v/v); PL 0% = substrato Pilar sem adição de bokashi; PL 10% = Pilar + 10% bokashi (v/v); PL 20% = Pilar + 20% bokashi (v/v); PL 40% = Pilar + 40% bokashi (v/v). Teste de duncan $p < 0,05$.

O biocomposto tipo bokashi proporcionou maior desenvolvimento da parte aérea no cultivo da alface (BRITO *et al.*, 2002; GOULART *et al.*, 2018), e incremento na produtividade da beterraba (JAKIENE *et al.*, 2009) e rabanete (HATA *et al.*, 2019). De forma geral, ao adicionar matéria orgânica no sistema há um efeito de curto prazo na biomassa microbiana, a qual utiliza compostos lábeis de carbono para suportar o crescimento de populações microbianas que ocorrem naturalmente (LAZCANO *et al.*, 2013). Esta resposta imediata pode indicar que a matéria orgânica adicionada é rapidamente transformada pela microbiota do solo, fornecendo nutrientes para o desenvolvimento das mudas.

É possível verificar o efeito quadrático positivo no incremento de altura da parte aérea para os tratamentos do substrato Pilar, já para os tratamentos do substrato Agrinobre, há o efeito quadrático negativo, havendo uma resposta significativa com a adição de 10% (v/v) de biocomposto tipo bokashi, porém, já com 20 e 40% (v/v) houve diminuição da altura das plântulas (Figura 4). No estudo de Hata *et al.*, 2020 a aplicação de bokashi incrementou as

variáveis agronômicas nos dois ciclos de produção de alface quando comparados ao controle (55% de incremento no primeiro ciclo). A aplicação do biocomposto bokashi e outros biofertilizantes proporcionam aumento do carbono da biomassa microbiana e menor qCO₂, indicando que é possível efetuar melhorias nas condições biológicas do solo.

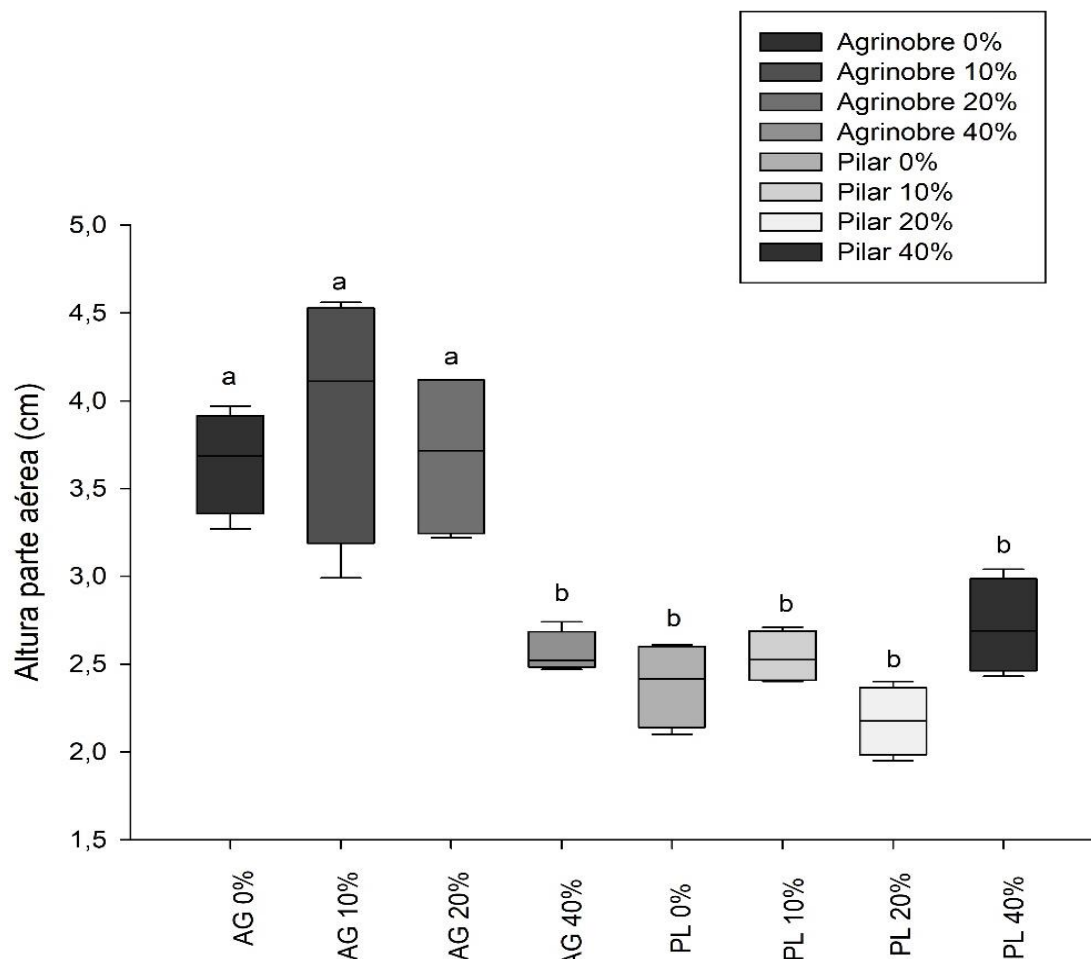
Figura 4 - Modelo de regressão linear para altura da parte aérea (cm) aos 22 DAS das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto tipo bokashi, IFSC, Lages, 2023.



Em relação à altura da parte aérea (cm) ao final do período de condução do bionensaio (Figura 5), é possível verificar que os tratamentos AG 0% (3,65 cm), AG 10% (3,94 cm) e AG 20% (3,69 cm) apresentaram valores médios superiores aos demais tratamentos. A adição de 40% (v/v) do biocomposto tipo bokashi ao substrato Agrinobre diminuiu o crescimento e massa seca da parte aérea das plântulas. A aplicação de resíduos orgânicos aumenta a quantidade líquida de nitrogênio mineralizável, onde o tratamento que recebeu a aplicação do biocomposto bokashi aeróbio acelerou a taxa de mineralização do nitrogênio em relação ao tratamento controle, disponibilizando uma maior quantidade de N na forma mineral nos primeiros 7 dias de incubação, chegando a estabilização na taxa de mineralização apenas 70 dias após o início da incubação, o que demonstra a capacidade do biocomposto bokashi em proporcionar melhorias na interface química do substrato

(BOECHAT *et al.*, 2013).

Figura 5 - Altura final da parte aérea (cm) das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.



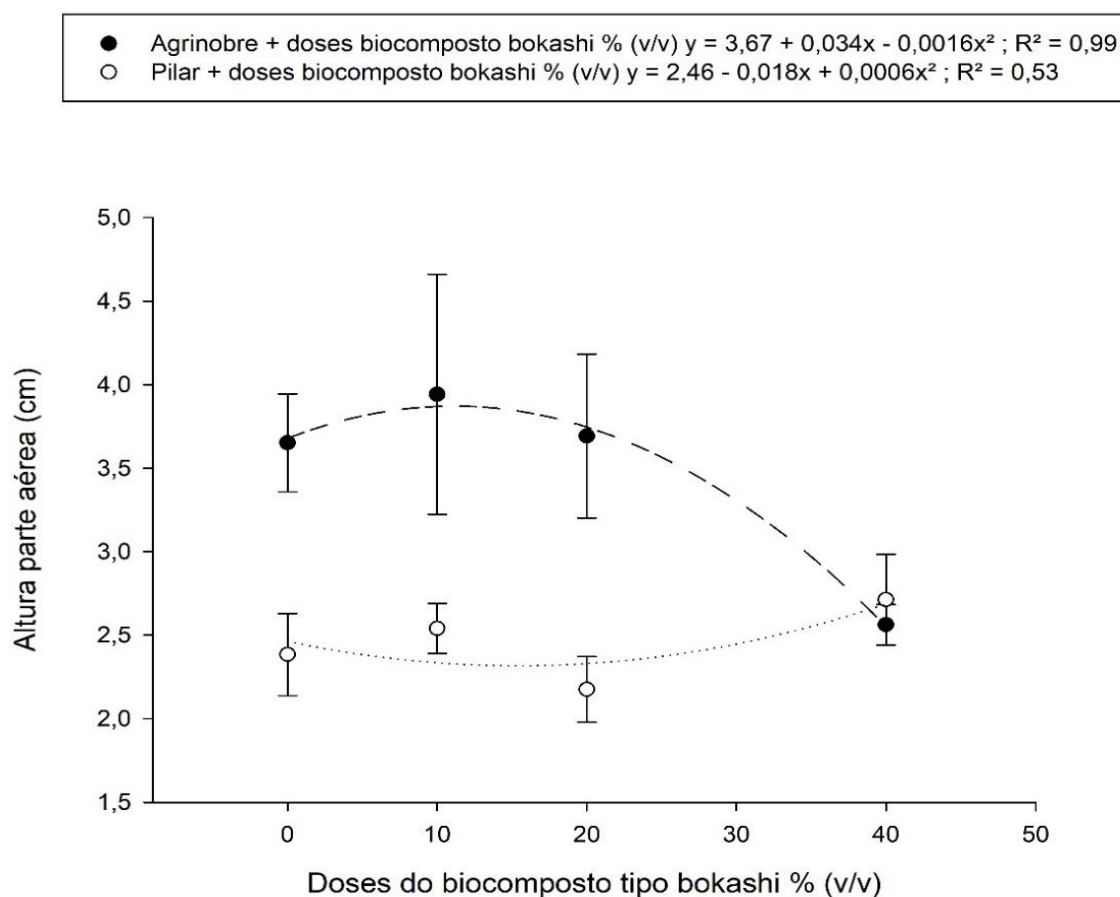
Nota: AG 0% = substrato Agrinobre sem adição de bokashi; AG 10% = Agrinobre + 10% bokashi (v/v); AG 20% = Agrinobre + 20% bokashi (v/v); AG 40% = Agrinobre + 40% bokashi (v/v); PL 0% = substrato Pilar sem adição de bokashi; PL 10% = Pilar + 10% bokashi (v/v); PL 20% = Pilar + 20% bokashi (v/v); PL 40% = Pilar + 40% bokashi (v/v). Teste de duncan $p < 0,05$.

A incorporação do biocomposto tipo “bokashi” ao substrato Pilar não apresentou resposta em relação à altura da parte aérea, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (figura 5). A explicação para essa resposta pode estar associada ao processo de imobilização de nitrogênio, em função da alta relação C/N (>30:1) da mistura final entre o substrato e o biocomposto tipo bokashi (PALM *et al.*, 2001). Como a principal matéria prima do substrato Pilar é a casca de pinus, pode ser atribuído ao fato desse constituinte ser composto por carbono pouco solúvel e de baixa qualidade, o que pode tornar o substrato incapaz de suportar efetivamente a proliferação de comunidades microbiológicas decompositoras (FATUNBI; NCUBE, 2009). Resposta semelhante foi relatado por Schenck zu Schweinsberg-Mickan & Müller (2009), onde não foi detectado efeitos relacionados a

fertilidade do solo e aumento do crescimento das plantas pela adição de microrganismos vivos (EM) sob condições experimentais específicas, onde os autores destacam as características relacionadas aos resíduos orgânicos com o tempo de incubação.

No trabalho de França *et al.*, 2016, foram avaliadas diferentes formulações de biocomposto tipo bokashi, havendo como ingredientes principais cama de aves e cana de açúcar esmagada (0, 10, 20, 30, 40, 50, 50, 60 e 70%), resultando em oito tipos de Bokashi alternativos utilizados como composto orgânico na produção de duas cultivares de tomate (Santa Clara e Hybrid Verano). Foi verificado que as diferentes formulações de Bokashi alternativo, com exceção do B1 (ausência da cama de aves na formulação do bokashi), apresentaram resultados positivos nos componentes de rendimento e qualidade do tomate.

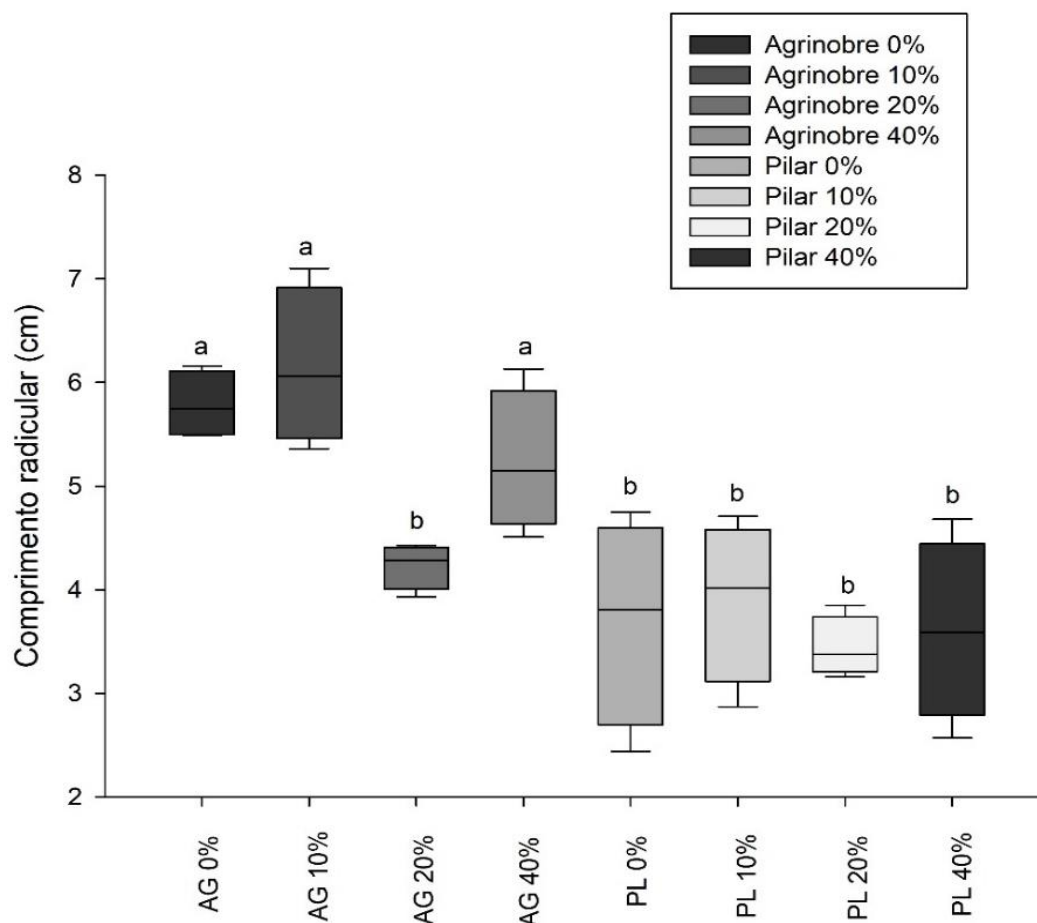
Figura 6 - Modelo de regressão linear para altura da parte aérea final (cm) das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.



Foi proposto que os biopreparados que recebem os EM's produzem substâncias que atuam como antioxidantes, tais como o inositol, ubiquinona, saponina, polissacáridos de baixo peso molecular, polifenóis e agentes quelantes (sideróforos). Estas substâncias podem inibir as espécies microbianas fitopatogênicas, aumentando a proliferação de microrganismos benéficos, incrementando simultaneamente o crescimento vegetal e a

desintoxicação de substâncias nocivas (HIGA, 2002 apud MAYER *et al.*, 2010).

Figura 7 - Comprimento do Sistema radicular (cm) das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.



Nota: AG 0% = substrato Agrinobre sem adição de bokashi; AG 10% = Agrinobre + 10% bokashi (v/v); AG 20% = Agrinobre + 20% bokashi (v/v); AG 40% = Agrinobre + 40% bokashi (v/v); PL 0% = substrato Pilar sem adição de bokashi; PL 10% = Pilar + 10% bokashi (v/v); PL 20% = Pilar + 20% bokashi (v/v); PL 40% = Pilar + 40% bokashi (v/v). Teste de duncan $p < 0,05$.

Em relação ao comprimento do sistema radicular das mudas, foi observado os maiores valores com a adição de 10% (6,14 cm) e 40% (5,23 cm) de bokashi (v/v) ao substrato Agrinobre, sendo essas médias iguais ao substrato Agrinobre sem a adição de bokashi (5,78 cm). O comprimento radicular de todas as doses avaliadas de incorporação do biocomposto bokashi ao substrato pilar não diferiram entre si, sendo eles iguais ao tratamento AG 20% (Figura 7). O desenvolvimento do sistema radicular é fundamental para o sucesso da produção de mudas orgânicas, pois a raiz é responsável pela absorção de água e nutrientes essenciais para o crescimento vegetal. Um sistema radicular bem desenvolvido é capaz de extrair nutrientes e água do solo de forma eficiente, o que auxilia a promover o rápido estabelecimento da muda no campo, garantindo um desenvolvimento adequado das plantas durante todo o ciclo de produção. Ainda, as mudas orgânicas são

cultivadas sem o uso de produtos químicos sintéticos, o que significa que elas são dependentes do sistema radicular para obter os elementos de nutrição de fontes naturais.

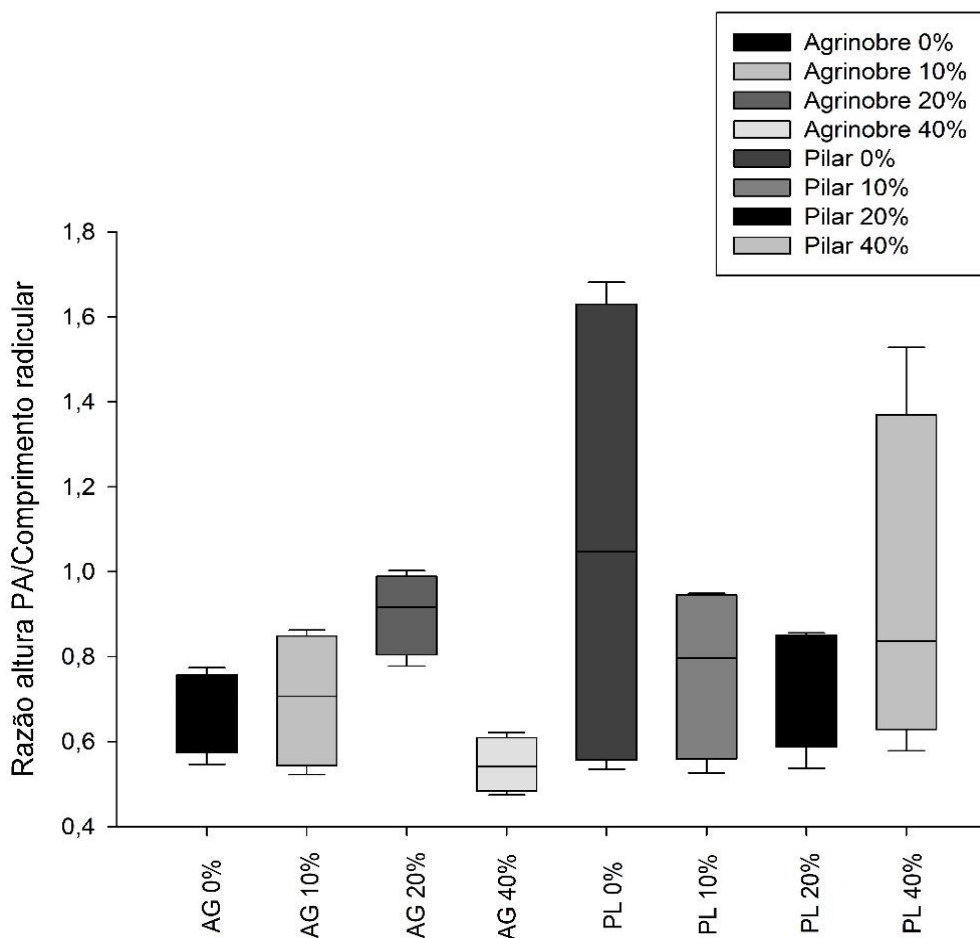
A adequada formação do sistema radicular das mudas também pode afetar a resistência das plantas a doenças e estresses ambientais. Quando as raízes são capazes de absorver nutrientes de forma eficiente, a planta é mais resistente a fitopatógenos, apresentando maior capacidade de se recuperar de situações de estresse, como déficit hídrico ou solos com baixa fertilidade e presença de Al^{+3} .

O estudo de Costa *et al.*, 2014 destaca o aumento do comprimento de raiz da beterraba com o substrato formulado por 40% de composto, 5% de areia, 15% de casca de arroz carbonizada e 20% de pó de basalto. Já no trabalho de Echer *et al.*, 2007, avaliando as mudas de beterraba vr. "Early Wonder" em função do substrato e do tipo de bandeja, destaca que a bandeja com 128 células proporcionou a produção de mudas de melhor qualidade, com maior acúmulo de massa seca e crescimento radicular, quando comparada às mudas produzidas em bandejas de 200 células, sendo a mais indicada para produção de mudas de beterraba.

Na literatura há poucos relatos de efeitos contraditórios sobre a aplicação de biopreparados com EM em relação ao rendimento das culturas e desenvolvimento de vegetal (KHALIQ *et al.*, 2006; OKORSKI *et al.*, 2008; VAN VLIET *et al.*, 2006). Porém, é importante salientar que em função das condições de cultivo do ambiente protegido (umidade, temperatura, circulação de O_2 , luminosidade) as mudas podem sofrer com estresses fisiológicos em casos de manejo inadequado.

Na figura 8 estão apresentados os resultados de razão altura da parte aérea e comprimento radicular das mudas, característica importante quando se refere à saúde, vigor e qualidade da muda, refletindo no rápido estabelecimento pós-transplante. Não foi verificado diferenças significativas em relação à essa variável, onde todos os tratamentos apresentaram valores inferiores a 1:1, indicando desequilíbrio entre o crescimento vegetativo da parte aérea em relação ao desenvolvimento do sistema radicular. Uma razão altura parte aérea/comprimento radicular equilibrada indica que a muda tem um sistema radicular bem desenvolvido e capaz de suportar condições ambientais desfavoráveis, sobrevivência após o plantio e crescimento saudável da parte aérea. Em condições de desequilíbrio, pode indicar que a muda não tem um sistema radicular suficientemente desenvolvido ou que a parte aérea está crescendo muito rapidamente em relação às raízes. Isso pode levar a problemas como desnutrição, desidratação e falta de estabilidade, o que pode prejudicar o crescimento e reduzir a produtividade da cultura (JO *et al.*, 2015).

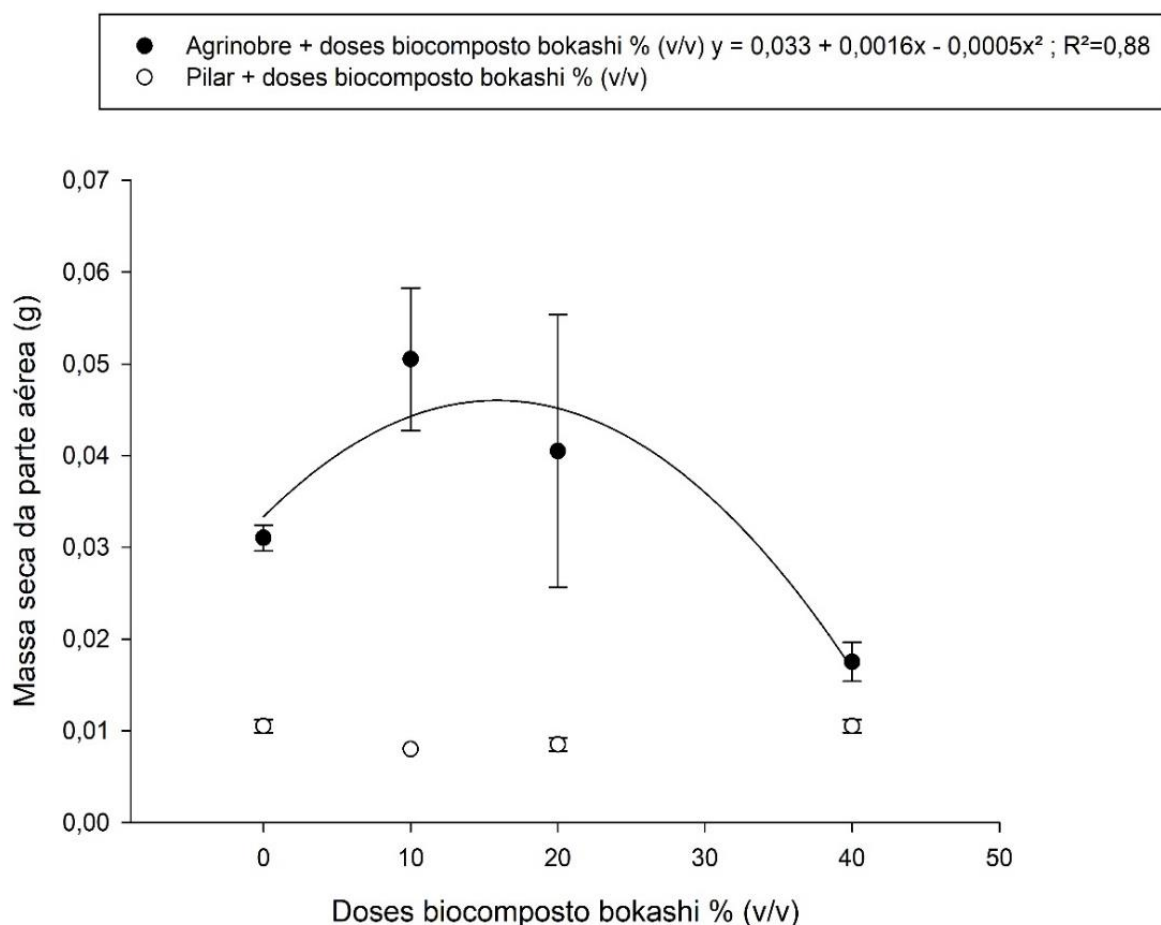
Figura 8 - Razão comprimento parte aérea/sistema radicular das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.



Nota: AG 0% = substrato Agrinobre sem adição de bokashi; AG 10% = Agrinobre + 10% bokashi (v/v); AG 20% = Agrinobre + 20% bokashi (v/v); AG 40% = Agrinobre + 40% bokashi (v/v); PL 0% = substrato Pilar sem adição de bokashi; PL 10% = Pilar + 10% bokashi (v/v); PL 20% = Pilar + 20% bokashi (v/v); PL 40% = Pilar + 40% bokashi (v/v). Teste de duncan $p < 0,05$.

A adição de 10% e 20% do biocomposto tipo bokashi (v/v) ocasionou incremento de 65% e 31,6% respectivamente na produção de massa seca da parte aérea em relação ao AG 0%. Não houve resposta na adição do biocomposto tipo bokashi ao substrato pilar sobre as variáveis massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (Figuras 9 e 10). O tratamento AG 40% apresentou diminuição na produção de biomassa seca da parte aérea e raiz. Nossos resultados estão de acordo com outros estudos onde há relatos de aumento da produtividade em vários vegetais com o uso do biocomposto tipo Bokashi (FRANÇA *et al.*, 2017; HATA *et al.*, 2019; HATA *et al.*, 2020). A aplicação de 50 g de bokashi por planta aumentou a produção dos frutos localizados nos três primeiros cachos com frutos do tomateiro, bem como o aumento do diâmetro dos frutos de tomate (HATA *et al.*, 2021).

Figura 9 - Massa seca da parte aérea (g) das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.

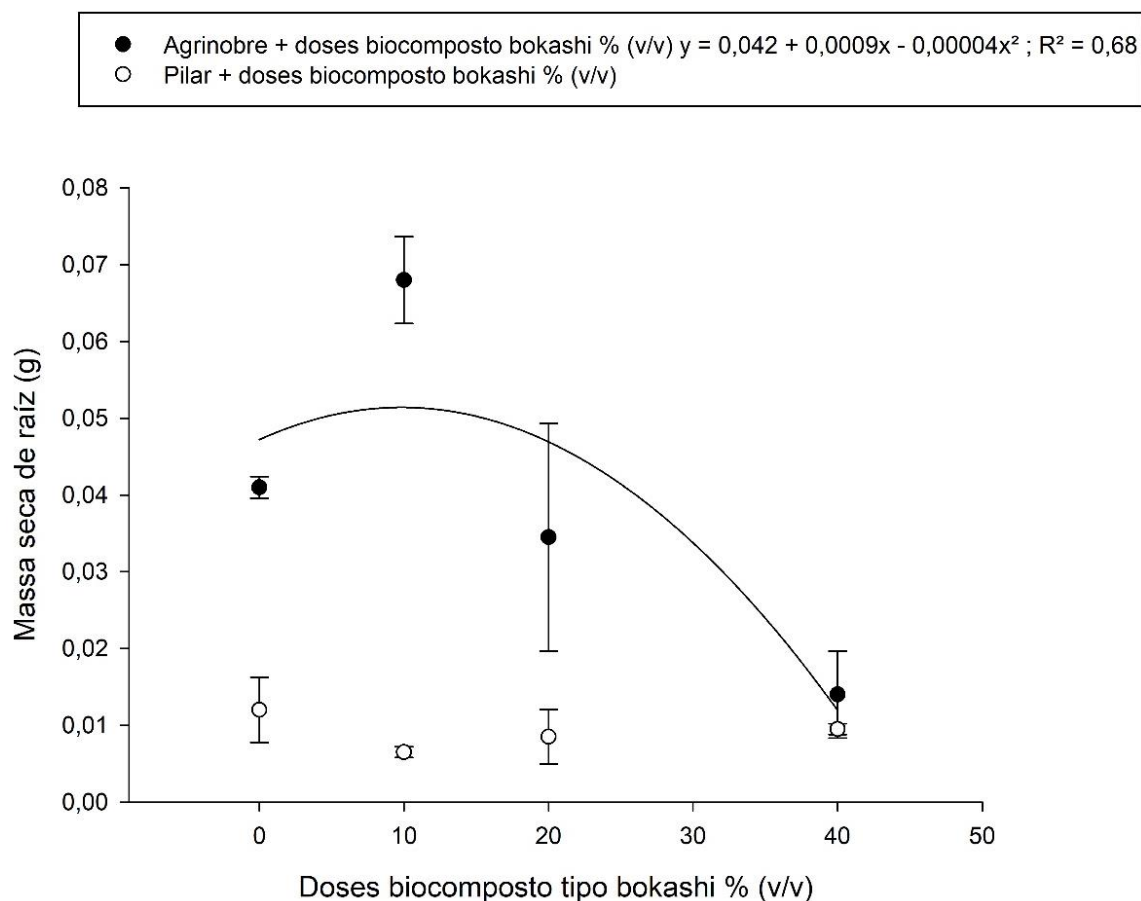


Maiores rendimentos com Bokashi podem ser alcançados por diversos fatores. O biocomposto é naturalmente rico em macro e micronutrientes, e ainda a microbiota do bokashi estimula a atividade microbiana no substrato, a qual pode ser mensurada pelo aumento significativo no carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo e redução no quociente metabólico do solo (HATA *et al.*, 2020). Por conseguinte, a mineralização da matéria orgânica solúvel e nutrientes insolúveis podem ser aumentados por mecanismos de bio-solubilização de minerais (OLLE, 2020). Além disso, as bactérias lácticas produzem compostos que induzem o crescimento da planta ou estimulam processos metabólicos, porém, os mecanismos envolvidos necessitam melhor compreensão (YAMADA, XU, 2001). Alguns microrganismos heterotróficos e procariotos fototróficos, algas e fungos podem sintetizar fitohormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, e esses microrganismos se estabelecerem devido a aplicação de bokashi, podendo atuar como promotores de crescimento para as plantas (TSAVKELOVA *et al.*, 2006).

Foi observado efeito quadrático negativo para a variável massa seca de raiz (MSR), com a adição de doses crescentes do biocomposto tipo bokashi ao substrato Agrinobre

(Figura 10). A maior média de MSR foi verificada com a adição de 10% do biocomposto (v/v) ao substrato AG. Não houve resposta em incremento de MSR pela adição do biocomposto tipo bokashi ao substrato Pilar.

Figura 10 - Massa seca de raiz das mudas de beterraba vr. *Katrina*, em função do tipo de substrato e doses do biocomposto bokashi, IFSC, Lages, 2023.



4. CONCLUSÃO

- Houve incremento na produção de massa seca da parte aérea das mudas de beterraba vr. *Katrina*, com a adição de 10 e 20% (v/v) do biocomposto tipo bokashi (65% e 31,6% respectivamente) ao substrato Agrinobre;
- A adição de 20% (v/v) do biocomposto tipo bokashi nos dois substratos utilizados, proporcionou o incremento na germinação inicial de beterraba vr. *Katrina*;
- Não houve efeito significativo nas variáveis fitométricas das mudas produzidas a partir do substrato Pilar. Isso sugere que podem ser realizadas pesquisas adicionais para investigar em quais condições específicas o uso do biocomposto tipo bokashi pode ser mais eficaz.
- A dosagem de 20% (v/v) foi a mais eficaz para aumentar a germinação inicial da cultura, enquanto as dosagens de 10% e 20% (v/v) foram as mais eficazes para aumentar a produção de massa seca da parte aérea das mudas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F.M.C.A.; CASALI, V.W.D.C. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade, **Rev, Bras, de Agroecologia**, v.6, n.1, p.49-56. 2011.

ÁVILA, A. C. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; CAMPOS, C. G. C. Climate change and its effect on the soil water balance of Lages, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.15, n.06. 2796-2809, 2022.

BALARDIN, R.S.; SILVA, F.D.L. da.; DEBONA, D.; CORTE, G.D.; FAVERA, D.D.; TORMEN, N.R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011.

BALOGUN, R.B.; OGBU, J.U.; UMEOKECHUKWU, E.C.; KALEJAIYE-MATTI, R.B. Effective micro-organisms (EM) as sustainable components in organic farming, principles, applications and validity. In: Nandwani D (ed) Organic farming for sustainable agriculture. **Springer International Publishing**, Switzerland, pp 259–291., 2016.

BAMPA, F. *et al.* Harvesting European knowledge on soil functions and land management using Multi Criteria Decision Analysis. **Soil Use and Management**. 35. 6-20. 10., 2019.

BARKA, E.A *et al.* Taxonomy, physiology and natural products of Actinobacteria. **Microbiol Mol Biol Rev.** 80: 1- 43., 2015.

BERNAL, M.P.; ALBURQUERQUE, J.A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. **Rev Bio. Resour. Technol.**, 2009.

BRASIL. ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA). lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF.,2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 52, de 15 de março de 2021. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF., 2021.

BRITO, T.D.; RODRIGUES, C.D.S.; MACHADO, C.A. Avaliação do Desempenho de Substratos para Produção de Mudas de Alface em Agricultura Orgânica. Vol. 20. **Annals of the 42º Congresso Brasileiro de Olericultura**, p. 1-5., 2002.

BOECHAT, C.L.; SANTOS, J.A.; G., ACCIOLY A.M.A. Mineralização líquida de nitrogênio e mudanças químicas no solo com a aplicação de resíduos orgânicos com 'Composto Fermentado Bokashi'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 2, p. 257- 264, 2013.

BOTHMANN, A. R.; SIMONETTI, A. P. M. Uso de substrato na germinação de rúcula. **Revista Cultivando o Saber**. Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR. Vol. 4, pp. 45-53., 2011.

CARVALHO, D.D.C.; OLIVEIRA, D.F.; CAMPOS, V.P.; PASQUAL, M. Selection of phytotoxin producing rhizobacteria. **An Acad Bras Cienc**. 83: 1678-2690., 2011.

COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C; COSTA, M.S.S.M. Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.2, p.150–156, 2014.

CUNHA, M. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2018.

DEBONI T.C.; MARCONI M.C.; BOFF M.I.C.; BOFF P. Ação da Homeopatia na germinação do feijão, **Instituto Agrônomo de Campinas**, v.85, p.717-720. 2008.

DÖRING, T.F. *et al.* Resilience as a universal criterion of health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 95, 455–465. 2015.

ECHER, M.M. *et al.* Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 28, núm. 1, pp. 45-50., 2007.

EGERAAT van, A.W.S.M. EM1 and the Growth of Microorganisms. Micro-organisms in EM1 (in Dutch). **Landbouwniversiteit Wageningen**, Wageningen., 1998.

EPAGRI. Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: O cultivo do tomateiro no Vale do Peixe, SC, em 101 respostas dos agricultores. **Boletim didático**, Florianópolis, n. 57, 53p, 2004.

EPAGRI/CEPA. 2014. Disponível em:

<http://cepa.epagri.sc.gov.br/Dados_do_LAC/tabelas/modulo4/Hortalicas%20raizes%20tuberculos%20e%20legumes.pdf>. Acesso em: 15/03/2023

FATUNBI, A.O.; NCUBE, L. Activities of effective microorganism (EM) on the nutrient dynamics of different organic materials applied to soil. **American-Eurasian Journal of Agronomy**, v. 2, n. 1, p. 26-35, 2009.

FAYAD, J. A.; COMIN, J.; BERTOL, I. (Orgs). Sistema de plantio direto de hortaliças: o Cultivo do chuchu. Florianópolis: Epagri, 59p. (Epagri. Boletim Didático, 94)., 2013.

FRANÇA, F.C.T.; DA SILVA, E.C.; PEDROSA, M.W.; DE ALMEIDA CARLOS, L. Adubos orgânicos no cultivo e nutrição mineral de tomateiro. **Ambiência**, 13, 235–244., 2017.

FURLAN, F. *et al.* Substratos alternativos para produção de mudas de couve folha em sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

GOULART, R. G. T., C. A., *et al.* Desempenho agrônomo de cultivares de alface sob adubação orgânica em Seropédica, RJ. **Rev. Bras. Agropec. Susten.** 8: 66-72., 2018.

HATA, F.T.; VENTURA M.U.; SOUZA, V.; FREGONEZI, G.A.F. Low-cost organic fertilizations and bioactivator for arugula-radish intercropping. **Emir. J. Food Agric.** 31: 773-778., 2019.

HATA, F.T.; SPAGNUOLO, F.A.; PAULA, M.T.; MOREIRA, A.A.; VENTURA, M.U.; FREGONEZI, G.A.F.; OLIVEIRA, A.L.M. Bokashi compost and biofertilizer increase lettuce agronomic variables in protected cultivation and indicates substrate microbiological changes. **Emir. J. Food Agric.** 32, 640–646., 2020.

HATA, F.T.; VENTURA, M.U.; DE FREITAS FREGONEZI, G.A.; DE LIMA, R.F. Bokashi, Boiled Manure and Penegetic Applications Increased Agronomic Production Variables and May Enhance Powdery Mildew Severity of Organic Tomato Plants. **Horticulturae**, 7, 27., 2021.

HERENCIA, J.; MAQUEDA, C. Effects of time and dose of organic fertilizers on soil fertility, nutrient content and yield of vegetables. **The Journal of Agricultural Science**. -1. 1-19., 2016.

HIGA, T. Effective Micro-organisms. For Sustainable Agriculture and Healthy Environment (in Dutch). **Jan van Arkel, Utrecht**, 191 pp., 1998.

HIGA, T. Revolution to save the earth: with Effective Microorganisms (EM) to solve the problems of our world. **Kevelaer: OLV (Organic Farming Verlag)**, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agropecuária, 2021.
Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/beterraba/br>
Acesso em: 13/04/2023.

INN. Norma Chilena Oficial Nch 2880. Of2004. Compost - Clasificación y requisitos. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile., 2015.

JAKIENE, E.; VENSKUTONIS, V.; LIAKAS, V. Fertilization of sugar beetroot with ecological fertilizers. **Agron. Res.** 7: 269-276., 2009.

JO, I.; FRIDLEY, J.D.; FRANK, D.A. Linking above-and belowground resource use strategies for native and invasive species of temperate deciduous forests. **Biological Invasions**, 17:1545- 1554., 2015.

KHALIQ, A.; ABBASI, M. K.; HUSSAIN, T. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 8, p. 967-972, 2006.

LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; REVILLA, P.; DOMÍNGUEZ, J. Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. **Biol.**

Fertil. Soils. 49: 723-733., 2013.

LEAL, M. D. A.; AQUINO, A. M.; FERNANDES, R.; MATEUS, J. Diferentes níveis de enriquecimento de composto orgânico visando sua utilização como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Embrapa Agrobiologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2009.

LI, W. *et al.*, Effect of NaCl stress on sugar beet growth. **Sugar Crops China** 2:17–19., 2007.

MAASS, V.; CÉSPEDES, C.; CÁRDENAS, C. Effect of Bokashi improved with rock phosphate on parsley cultivation under organic greenhouse management. **Chil. J. Agric. Res.** 80: 444-451., 2020.

MAYER, J.; SCHEID, S.; WIDMER, F.; FLIEßBACH, A.; OBERHOLZER, H. How effective are 'Effective microorganisms® (EM)'? Results from a field study in temperate climate. **Applied Soil Ecology**, v. 46, n. 2, p. 230-239, 2010.

MELERO, S.; PORRAS, J.C.R.; HERENCIA, J. F.; MADEJON, E. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil Till. Res.** 90: 162- 170., 2006.

MENTEN, J.O; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. **Informativo Abrates**, 20, 52-53., 2010.

MIORANZA, T. *et al.*, Control of *Meloidogyne incognita* in tomato plants with highly diluted solutions of *Thuyaooccidentalis* and their effects on plant growth and defense metabolism. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.4, p.2187-2200. 2017.

MÖLLER, K. *et al.* Chapter Four - Improved Phosphorus Recycling in Organic Farming: Navigating Between Constraints. **Advances in agronomy**, v 147, p 159-237., 2018.

MOWA, E.; MAASS, E. The effect of sulphuric acid and effective micro-organisms on the seed germination of *Harpagophytum procumbens* (devil's claw). **S African J Bot.**;83: 193-199., 2012.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.B. Produção de Mudanças de Hortaliças. **Embrapa**, Brasília-DF. 308 p., 2016.

OKORSKI, A.; OLSZEWSKI, J.; PSZCZOKOWSKA, A.; KULIK, T. Effect of fungal infection and the application of the biological agent EM 1 on the rate of photosynthesis and transpiration in pea (*Pisum sativum* L.) leaves. **Polish Journal of Natural Sciences**, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2008.

OLLE, M. Review: Bokashi technology as a promising technology for crop production in Europe. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.**, 2020.

OLIVEIRA, J.S.B. *et al.* Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for homeopathic preparations. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n.11, p.971-981, 2014.

OWEN, D.; WILLIAMS, A.P.; GRIFFITH, G.W.; WITHERS, P.J.A. Use of commercial bioinoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. **Applied Soil Ecology**, vol. 86, pp. 41-54., 2015.

PALM, C.A.; GACHEGO, C.; DELVE, R.; CADISCH, G.; GILLER, K.E. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: Application of an organic resource database. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 27-42, 2001.

PANACHUKI, E. *et al.* Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 35:1777-1785, 2011.

RAUTA, J.; FAGUNDES, J. R.; SEHNEM, S. Gestão ambiental a partir da produção biodinâmica: uma alternativa à sustentabilidade em uma vinícola catarinense. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.3, n.3, p.135-154, 2014.

RESTREPO, J.; HENSEL, J. El A, B, C de la agricultura orgánica, fosfitos y panes de piedra. **Manual práctico**, Santiago de Cali 399p., 2015.

RING, H.J.B.; ZENTELLA, L.M.C.; SIERRA, L.G.T. *Burkholderia tropica* una bacteria con gran potencial para su uso en la agricultura.19: 102-108., 2016.

SAG. Agricultura orgánica nacional. Bases técnicas y situación actual. **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)**, Santiago, Chile, 2013.

SCHENCK ZU SCHWEINSBERG-MICKAN, M.; MÜLLER, T. Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. v. 172., n. 5, p. 704-712, 2009.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. supl., p. 829-837, 2014.

SILVA, A. C. DA; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 22–28, jan. 2009.

SILVA, P.N.L.; LANNA, N.B.L.; CARDOSO, A. I. I. Doses de Bokashi em cobertura na produção de beterraba. **Rev. Agric. Neotrop.** 5: 28-34., 2018.

SILVA, R. R.; SANTOS, A. C. M.; FARIA, A. J. G.; RODRIGUES, L. U.; ALEXANDRINO, G. C.; NUNES, B. H. D. N. Substratos alternativos na produção de mudas de pimentão. **Journal of Bioenrgy and Food Science.**, v.5, n.1, p.12-21, 2018

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S. Beterraba: do plantio à comercialização. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n. 210, 45p. 2011.

TOLEDO, M.V.; STANGARLIN, J.R.; BONATO, C.M. Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos, **Summa Phytopathologica**, v.41, n.2, p.126-132, 2015.

TSVKELOVA, E.A.; KLIMOVA, S.Y.; CHERDYNTSEVA, T.A.; NETRUSOV, A.I. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: A review. **Appl. Biochem. Microbiol.**, 42, 117–126., 2006.

QUADROS, A. F. F.; BATISTA, I. C. A.; KAUFFMANN, C. M.; BOARI, A. J.; NECHET, K. L. First report of *Rhizoctonia solani* AG1-IA causing foliar blight in snap-bean in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 101, n. 4, p. 1-2, 2019.

QUIROZ, M.; C. CÉSPEDES. Bokashi as an amendment and source of nitrogen in sustainable agricultural systems: A review. **J. Plant Nutr. Soil Sci.** 19: 237-248., 2019.

QUIROZ, M. FLORES, F. Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 65(6), 867-875., 2019.

VAN VLIET, P. C. J.; BLOEM, J.; GOEDE, R. G. M. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of effective micro-organisms® (EM) to slurry manure. **Applied Soil Ecology**, v. 32, n. 2, p. 188-198, 2006.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; JUNIOR, C.R.; ALMEIDA, I.R. Atlas climático da região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Brasília - DF: Embrapa.**, 2012.

YAMADA, K.; XU, H.L. Properties and applications of an organic fertilizer inoculated with effective microorganisms. **J. Crop Prod.**, 3, 255–268., 2001.

XAVIER, M.C.G.; SANTOS, C.A.; COSTA, E.S.P.; CARMO, M. G. F. Produtividade de repolho em função de doses de Bokashi. **Rev. Agric. Neotrop.** 6: 17-22., 2019.

XU. C.; TANG, X.; SHAO, H.; WANG, H. Salinity tolerance mechanism of economic halophytes from physiological to molecular hierarchy for improving food quality. **Curr Genom** 17:207–214., 2016.