

Desenvolvimento de bioinsumos para adubação equilibrada de cultivos orgânicos: efeito na produção e no solo

Rafael Ricardo Cantú¹, Keny Henrique Mariguele², Fábio Satoshi Higashikawa³, Alexandre Visconti⁴, Rafael Gustavo Ferreira Morales⁵ e Gelton Geraldo Fernando Guimarães⁶

Resumo – A produção orgânica cresce aceleradamente em Santa Catarina, disponibilizando alimentos saudáveis à população, gerando emprego e renda. Este sistema promove a sustentabilidade ambiental pelo uso de dejetos e resíduos agroindustriais compostados. Apesar disso, a utilização destes insumos sem critérios técnicos tem ocasionado desequilíbrios nutricionais no solo que afetam a produção, a saúde dos cultivos e do ambiente. Este aspecto é uma lacuna para o sistema de cultivo orgânico, havendo escassez de informações e produtos. O objetivo do trabalho foi desenvolver e avaliar bioinsumos (BI) equilibrados para nutrição de cultivos orgânicos de plantas anuais (alface) e perenes (palmeira-real). A elaboração de BIs foi feita a partir de compostos orgânicos produzidos com resíduos agroindustriais regionais, misturados a outros fertilizantes certificados para o sistema orgânico. Os BIs foram avaliados em vasos com quatro cultivos sucessivos de alface e em palmeira-real, avaliando produção e parâmetros do solo. Os BIs proporcionaram incrementos na produção vegetal no mesmo patamar e até acima das obtidas com fertilizantes convencionalmente utilizados na produção orgânica, superando até mesmo das obtidas em sistemas com uso de fertilizantes sintéticos. Além de manter a produção vegetal em níveis elevados, os BIs não causam desequilíbrios no solo, assim como ocorre com a cama de aves, fertilizante mais utilizado na produção orgânica. Com base nos benefícios obtidos pelos BIs desenvolvidos, é possível recomendar a produção e o uso para melhorar os cultivos orgânicos.

Palavras-chave: Compostagem; *Archontophoenix cunninghamiana*; Organomineral.

Development of bioinputs for balanced fertilization of organic crops: effects on production and soil

Abstract – Organic production is growing rapidly in Santa Catarina, providing income opportunities. This system promotes environmental sustainability by utilizing composted waste and residues. Despite this, the use of these materials has led to problems of nutrient imbalances in the soil that affect production, crop health, and the environment. This aspect presents a gap in the organic farming system, characterized by a shortage of information and products. The objective of this study was to develop and evaluate balanced bioinputs (BI) for the nutrition of organic crops of annual (lettuce) and perennial (royal palm) plants. The BIs were developed from organic compounds produced with regional waste, mixed with other additives permitted for the organic system. The BIs were tested in pots with four successive crops of lettuce and royal palm, evaluating production and soil characteristics. The BIs provided increases in plant production at the same level or even higher than those obtained with conventionally used fertilizers in organic production, as well as the production levels achieved in conventional systems using synthetic fertilizers. In addition to maintaining high crop production, BIs do not disrupt the soil, unlike poultry manure, the most widely used fertilizer in organic production. Based on the benefits of the developed BIs, their manufactured and use can be recommended to improve organic crops.

Keywords: Composting; *Archontophoenix cunninghamiana*; Compost.

Introdução

Producir alimentos de qualidade e que preservem o ambiente dos agroecossistemas em quantidades suficiente-

tes para suprir a demanda crescente da população mundial é um desafio para a sociedade, especialmente para a comunidade científica (Gatiboni *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2017). Uma das estratégias

mais sustentáveis é a produção orgânica, cujos alimentos vêm sendo crescentemente demandados. O aumento significativo do consumo tem impacto no número de agricultores, cooperativas,

Submetido em 12/05/2025. Aceito para publicação em 24/09/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2057>

Editor- Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Paulo Antonio de Souza Gonçalves/ Epagri

¹ Engenheiro-agronomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Videira (EEV). Rua João Zardo, 1660, 89564-506, Videira, SC, e-mail: rrcantu@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro-agronomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rodovia Antônio Heil, 6800, Itajaí, SC, CEP 88318-112, e-mail: kenymariguele@epagri.sc.gov.br

³ Engenheiro-agronomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), fabiohigashikawa@epagri.sc.gov.br

⁴ Engenheiro-agronomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), visconti@epagri.sc.gov.br

⁵ Engenheiro-agronomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), rafaelmorales@epagri.sc.gov.br

⁶ Engenheiro-agronomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), geltonguimaraes@epagri.sc.gov.br

agroindústrias e associações envolvidas, especialmente em Santa Catarina (Schallenberger *et al.*, 2022).

A nutrição das plantas cultivadas em sistemas orgânicos, na maioria dos casos, é realizada com emprego de esterços e compostos orgânicos à base de resíduos agropecuários e agroindustriais, sendo uma prática adotada no mundo inteiro (Schallenberger *et al.*, 2015). Apesar dos inúmeros benefícios aos ambientes de cultivos, o uso destes insu- mos como fertilizantes, sem considerar sua composição, a demanda nutricional das plantas e os nutrientes presentes no solo, ocasiona sérios problemas econômicos e ambientais. Além de reduzir a produtividade, ocasiona problemas fitossanitários, leva ao acúmulo e desequilíbrio de nutrientes no solo, causando contaminações de recursos hídricos e elevando a emissão de gases de efeito estufa (Gatiboni *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2017; Higashikawa *et al.*, 2023).

Os fertilizantes orgânicos utilizados isoladamente dificilmente atenderão a demanda nutricional dos cultivos (Schallenberger *et al.*, 2015), tendo em vista as diferenças da composição nutricional das espécies cultivadas agronomicamente, conforme descrito no manual de adubação para RS e SC (CQRF/RS-SC, 2004). Em diversos cultivos anuais como hortaliças folhosas e perenes como as palmáceas, a demanda de nitrogênio (N) é maior que fósforo (P) e potássio (K) (CQRF/RS-SC, 2004). Assim, o uso de cama de aves (CA), considerado um dos fertilizantes mais utilizados na produção orgânica, ocasionará o acúmulo de P e K no solo, devido a sua composição nutricional (Schallenberger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019). Nestes estudos, se destaca que o uso intensivo de CA em cultivos como hortaliças eleva os teores de P no solo bem acima do limite crítico ambiental (Gatiboni *et al.*, 2015) ao longo do tempo, podendo ocasionar sérios problemas ambientais.

Algumas iniciativas para obtenção e recomendação de fertilizantes mais equilibrados para os cultivos orgânicos são encontradas na literatura (Schallen-

berger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019; Higashikawa *et al.*, 2023). Todavia, é possível observar nestes trabalhos a necessidade de buscar mais informações para otimizar a produção e recomendação de fertilizantes orgânicos ou organominerais. Na busca destes avanços, é possível inferir que a mistura de aditivos permitidos para a produção orgânica a compostos orgânicos pode resultar em um bioinsumo equilibrado nutricionalmente (BI). Entre os potenciais aditivos considerados no presente trabalho, podem se destacar resíduos agropecuários como farinhas de cascos bovinos ricas em N, sulfatos de potássio e rochas fosfatadas. Embora se encontrem importantes estudos com o uso destes materiais isoladamente, como o de Cavallaro *et al.* (2009), são raras as pesquisas e publicações encontradas com BIs resultantes da associação destes aditivos com compostos orgânicos.

Considerando esses aspectos, o objetivo do presente trabalho foi formular bioinsumos equilibrados (BIs) para cultivo orgânico anual e perene, de alface e palmeira-real (*Archontophoenix cunninghamiana*) respectivamente, avaliando o incremento da produção vegetal e o acúmulo de nutrientes no solo, comparados à cama de aviário (CA).

Material e métodos

Elaboração dos BIs: os BIs foram elaborados na unidade didática de compostagem da Epagri - Estação Experimental de Itajaí (EEI), no primeiro semestre de 2022. Foram elaborados três BIs tomando como base três diferentes compostos orgânicos (Tabela 1), sendo: BioA - à base de cama de aves compostada; BioP - à base de composto de resíduos da agroindústria do palmito; BioS - à base de composto de resíduos da agroindústria da criação e abate de suínos.

A quantidade de cada composto foi calculada para suprir o macronutriente (N-P-K) menos demandado para cada cultura (P em ambos os casos) e os outros dois (N e K) foram complementados com adição de aditivos certificados para produção orgânica, a saber: farinha de cascos e chifres e sulfato de potássio (Tabela 1).

Para dosar os BIs aos cultivos, foi considerada a disponibilidade de nutrientes dos mesmos (Tabela 1), a demanda das culturas trabalhadas (alface e palmeira-real), os teores médios de nutrientes no solo (Tabela 2), tomando como base as recomendações da CQRF/RS-SC (2016) e trabalhos encontrados na literatura, especificamente relacio-

Tabela 1. Teores médios de nutrientes dos compostos orgânicos e aditivos (NPK) tomados como base para a formulação dos bioinsumos

Table 1. The average nutrient contents of organic compost and additives (NPK) serve as the basis for formulating bioinputs

Material	N	P	K
.....%.....			
Composto aves*	3,5	3,5	3,0
Composto palmito	3,0	3,8	3,0
Composto suínos	2,9	2,0	0,8
Farinha de resíduos bovinos	15,0	0,0	0,0
Sulfato de potássio	0,0	0,0	50,0

* Composto aves - à base de cama de aves; Composto palmito - à base de resíduos da agroindústria do palmito; Composto suínos - à base de resíduos da agroindústria da criação e abate de suínos

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

* *Poultry compost - the basis of poultry litter; Palm compost - based on waste from the palm heart agroindustry; Pig compost - the basis of waste from the pig farming and slaughtering agroindustry*

Source: Elaborated by the authors (2025)

nado aos aditivos em questão (Cavallaro *et al.*, 2009). Para elaboração dos BIs, os compostos e aditivos foram homogeneizados em misturador de fertilizantes e, em seguida, peletizados para evitar a segregação dos materiais.

Experimento com alface em vasos:

O experimento foi conduzido em vasos dentro de casa de vegetação na EEI, em quatro cultivos sucessivos de alface. Os cultivos da alface foram avaliados entre 10/2022 a 06/2023. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição ou unidade experimental foi composta por cinco vasos de 6L de solo, , em que foi cultivado uma planta de alface. Os tratamentos formaram um fatorial 5x2, sendo: cinco fontes de adubação: três BI (BioA; BioP; BioS), cama de aves peletizada (CA), utilizada convencionalmente em produção orgânica e uma testemunha sem adubação - (T); avaliados em dois tipos de solo [Neossolo Quartzarênico e Cambissolo Háplico] (Tabela 2).

Os BIs foram formulados e dosados para atender as demandas de NPK da alface, conforme a recomendação oficial de adubação para SC (CQFS-RS/SC, 2016) e os teores médios de nutrientes nos solos. A CA foi recomendada para atender o nutriente com maior exigência, no caso o N, como geralmente é realizado pelos produtores. As doses aplicadas foram dimensionadas para um cultivo, sendo que os outros três sucessivos foram nutridos com o efeito residual dos BIs. Assim, as doses para vasos de 6L⁻¹ foram: BioA - 55,9g; BioP - 47,3g;

BioS – 80,9g; CA – 175g (considerando 12% de umidade, aproximadamente). Foi avaliada a produção de matéria verde (MV) e foi feita a análise química do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância.

Experimento com palmeira-real:

O experimento foi instalado na EEI em um solo classificado como Cambissolo Háplico no ano de 2022 e avaliado até fevereiro de 2025. O solo apresentava pH 4,5, teores de 38,1mg dm⁻³ de P e 30,2mg dm⁻³ de K, com 2,4% de MO. Foram testados três BIs (BioA; BioP; BioS) devidamente formulados e dosados para atender as exigências nutricionais nas diferentes fases da palmeira-real (CQFS-RS/SC, 2016). Os BIs foram utilizados na adubação (g planta⁻¹) de formação com aplicação única em pré-plantio (BioA - 387,0g; BioP – 365,0g; BioS – 462,0g; CA – 610,0g) e duas aplicações de formação (BioA - 324,0g; BioP – 413,0g; BioS – 451,0g; CA – 1.060,0g). Os BIs foram comparados à testemunha sem adubação (T) e com CA aplicada na quantidade para atender a demanda de N em ambas as fases do cultivo, conforme descrito no experimento anterior com a alface. Assim, o experimento teve cinco tratamentos, quatro repetições em blocos casualizados, sendo que cada parcela contou com 20 plantas úteis.

Após 12, 24, 36 e 48 meses da implantação foram avaliados o diâmetro e altura das plantas. Também foram coletadas amostras de solo, para avaliação das concentrações de NPK residual, após 40 meses de instalação do experi-

mento. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Os BIs proporcionaram incrementos de matéria verde (MV) satisfatórios em ambos os cultivos avaliados (alface e palmeira) diferindo dos testemunhas, sem adubação e, de modo geral, próximos dos controles com uso exclusivo de cama de aves (CA), atingindo produtividades elevadas, até mesmo comparadas aos sistemas convencionais de cultivo (Cantú *et al.*, 2017; Mariguele; Zambonim, 2023).

No experimento com a alface a produção de MV apresentou interação entre os fatores ($p<0,01$), evidenciando que os BIs se comportaram diferentemente nos solos avaliados. Possivelmente a diferença entre a produção média acumulada de MV nos solos avaliados (Cambissolo 448,0g e Neossolo 392,4g) se deva à conhecida baixa fertilidade natural dos Neossolos Quartzarênicos. No presente caso deve estar relacionada a CTC, além da baixa retenção de água relacionada ao teor de argila e MO (Tabela 2). Esse aspecto é evidenciado ainda mais ao observar a baixa produção média da testemunha sem fertilizante no Neossolo, comparada ao mesmo tratamento no Cambissolo (Figura 1). O tipo de solo também deve ter influenciado na mineralização e disponibilidade dos nutrientes pelos bioinsumos, aspecto referenciado fartamente na literatura internacional com materiais orgânicos (de Jesus *et al.*, 2024). É importante destacar que em ambos os solos os BIs proporcionaram produções maiores que a testemunha sem fertilizantes e próximos ao CA - tratamento controle (Figura 1).

Os BIs proporcionaram no Neossolo (Figura 1), em média, produções da MV acumuladas de alface acima de 25 vezes superiores (485,7g MV⁻¹) à testemunha sem adubação (19,3g MV⁻¹). O BioA não diferiu da CA evidenciando um efeito positivo do BI, que foi elaborado com a

Tabela 2. Atributos de fertilidade dos solos Neossolo Quartzarênico e Cambissolo Háplico utilizados no experimento com cultivos sucessivos de alface em vasos

Table 2. Fertility attributes of the Quartzarenic Neossolo and Haplic Cambisol soils used in the experiment with successive lettuce crops in pots

Tipo de solo	pH	P	K	Ca	Mg	CTC	MO
Neossolo Quartzarênico	5,3	40,8	37,3	2,6	0,7	4,6	2,8
Cambissolo Háplico	5,0	28,0	44,0	2,7	1,0	6,2	3,0

* Análises com metodologia da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

* Analysis using the methodology of the Official Network of Soil and Plant Tissue Analysis Laboratories of the States of RS and SC - Rolas.

Source: Elaborated by the authors (2025)

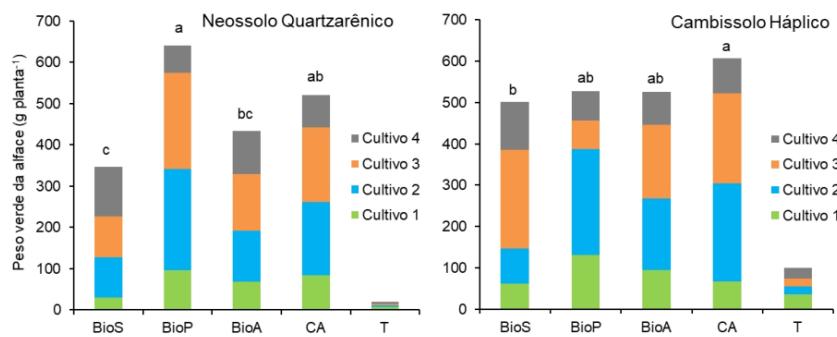


Figura 1. Produção de matéria verde acumulada de quatro cultivos de alface, proporcionada por bioinssumos equilibrados para adubação de cultivos orgânicos, em dois tipos de solos

As letras comparam a diferença mínima significativa nas colunas pelo teste Tukey 5%.
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Production of accumulated green matter from four lettuce crops, provided by balanced bioinputs for fertilizing organic crops, in two types of soil
The letters compare by the minimum significant difference in columns using Tukey's 5% test.
Source: Elaborated by the authors (2025)

mesma cama de aves, mas utilizado em menor dose (<1/3 da CA), indicando a eficiência do BI. O BioS teve produção de MV abaixo do controle CA, mas não diferindo do BioA e o BioP proporcionou, em média, as maiores produções de MV. No Cambissolo (Figura 1), a produção média de MV pelos BIs (540,1g) foi 5,4 vezes superior à testemunha (99,5g). O efeito dos BIs foram próximos ao controle (CA), apenas o BioS produziu menos MV que a CA, porém não diferiu dos demais BI (BioA e BioP).

No experimento com a palmeira-real, em Cambissolo, os BI proporcionaram produções de MV em uma dinâmica semelhante ao Cambissolo utilizado no experimento da alface, sendo que os BIs proporcionaram incrementos vegetais acima da testemunha, sem diferenciarem entre si e do controle CA (Figura 2). Esse resultado proporcionado pelos BIs foi semelhante nas variáveis avaliadas de 'altura e diâmetro' da palmeira (Figura 2).

As produções e os incrementos vegetais nos cultivos avaliados proporcionados pelos BIs são satisfatórios quando comparados àqueles proporcionados pelo controle CA, convencionalmente utilizado em sistemas orgânicos, bem como em sistemas convencionais de produção (Cantú *et al.*, 2017; Mari-

guele; Zambonim, 2023). É importante destacar que as doses utilizadas dos BIs foram até três vezes menores que a CA, proporcionando redução de energia na aplicação e no espaço de armazenamento.

Embora a produção vegetal proporcionada pelos BIs já tenha sido considerada satisfatória, os resultados em relação ao acúmulo de nutrientes no solo possam ser ainda mais importantes, em

função dos problemas ambientais e de nutrição das plantas associados a isso (Gatiboni *et al.*, 2015; Higashikawa *et al.*, 2023). A Figura 3 apresenta comportamento semelhante em ambos os solos do cultivo da alface (sem interação com os tratamentos de adubação) e no solo da palmácea, no sentido de um maior acúmulo de K e P, respectivamente, ocasionado pela CA, quando comparado aos BIs utilizados. Após os cultivos fertilizados com CA, houve um maior acúmulo de K em relação ao P para alface, mas, por outro lado, acumulou mais P em relação ao K para a palmeira-real. Este resultado pode ser atribuído às diferentes demandas nutricionais destas espécies.

O acúmulo de P e K residual no solo proveniente da CA aplicada em dose única para o cultivo sucessivo da alface ou em três aplicações (formação e produção) para o cultivo da palmeira alcançou teores considerados preocupantes (Gatiboni *et al.*, 2015). Especificamente para a palmeira, os teores de P no solo proveniente da aplicação de CA elevaram-se acima de oito vezes ($245,9 \text{ mg dm}^{-3}$) do nível crítico de produção (30 mg dm^{-3}) para o referido solo e cultura em questão (CQRF/RS-SC 2016), em apenas um ciclo de produ-

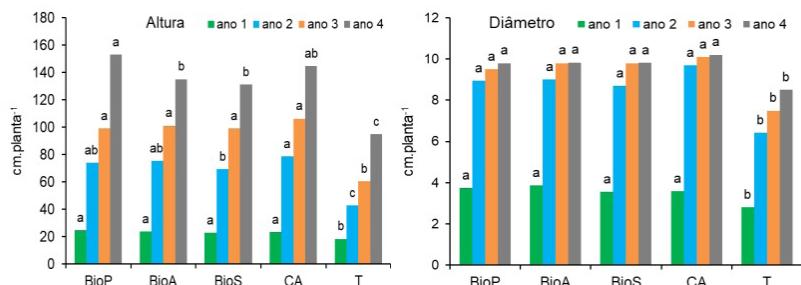


Figura 2. Altura e diâmetro da palmeira-real, acumulados em quatro anos de avaliação, proporcionada por bioinssumos equilibrados para adubação de cultivos orgânicos em Cambissolo Háplico.

As letras comparam diferença mínima significativa nas colunas de mesma cor, pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. The height and diameter of the royal palm, as measured over four years of evaluation, were provided by balanced bioinputs for fertilizing organic crops in Cambisol Háplico

The letters compare minimum significant difference in columns of the same color, by Tukey's 5% test.

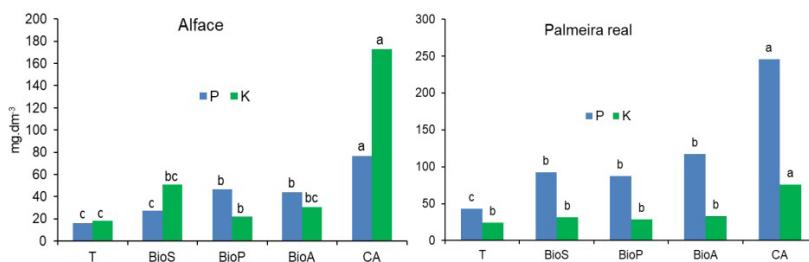


Figura 3. Teores de fósforo (P) e potássio (K) residual do solo após cultivos da alface (média de dois solos) e de palmeira-real, adubados com bioinssumos equilibrados ou CA para a produção orgânica. Para cada nutriente, colunas seguidas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 3. Phosphorus (P) and potassium (K) levels in soils cultivated with lettuce and royal palm, fertilized with balanced bioinputs for organic production

The letters compare minimum significant difference in columns of the same color, by Tukey's 5% test

Source: Elaborated by the authors (2025)

ção. Este resultado pode ser atribuído à baixa demanda e exportação de P pela palmeira, fato que acarreta seu acúmulo no solo caso seja aplicado em excesso. Desta forma, quando os teores de P encontrados extrapolam o limite crítico ambiental de fósforo (LCA-P) proposto por Gatiboni *et al.*, (2015). Neste caso, onde o LCA-P (mg kg^{-1}) = $40 + \% \text{argila}$, os teores não deveriam ultrapassar 59mg dm^{-3} no caso do experimento com a palmeira em solo com 19% de argila em média.

É importante destacar que, mesmo nos tratamentos com os BIs equilibrados, os teores de P no solo ficaram acima do nível crítico de produção (CQRF/RS-SC 2016) e do LCA-P (Gatiboni *et al.*, 2015), sugerindo uma menor demanda de P pelas palmáceas ou uma melhor eficiência na disponibilidade de P pelos BI. Os teores de P no solo nestes níveis encontrados no experimento com a palmácea, além de representarem custos desnecessários com a adição do nutriente (Guimarães *et al.*, 2021), podem acarretar sérios problemas ambientais (Gatiboni *et al.*, 2015).

No experimento com a alface (Figura 3), os teores de P no solo provenientes dos BIs ficaram abaixo do LCA-P, apesar da CA superarem esses limites. Todavia, os teores de K proporcionados pela CA ($154,2 \text{ mg dm}^{-3}$) se elevaram quatro ve-

zes em relação aos teores iniciais médios dos dois solos avaliados ($40,7 \text{ mg dm}^{-3}$) (Tabela 2). Apesar do K ocasionar menores problemas ambientais em re-

lação ao P, o acúmulo do nutriente no solo representa desperdício de recursos, além de causar desequilíbrios nutricionais às plantas, competindo com a absorção do Mg entre outros nutrientes (Schallenberger *et al.*, 2015; Guimarães; Deus, 2021).

Em relação aos demais atributos do solo analisados se destaca a elevação do pH do solo proporcionada pela CA em ambos os cultivos, ficando acima em pelo menos uma unidade comparada à testemunha e aos BIs (Tabela 3). Esse aspecto se deve possivelmente à maior dose utilizada e às características da CA, influenciando mais acentuadamente o pH do solo. Os teores de Ca e Mg do solo em maiores quantidades no tratamento CA, bem como a maior CTC no cultivo da alface, devem estar relacionados a sua maior dose relativa, o que também foi apontado em outros estudos (Schallenberger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019).

Tabela 3. Valores médios dos atributos do solo após cultivo da alface ou da palmeira-real, adubados com bioinssumos equilibrados ou CA para a produção orgânica

Table 3. Attributes of soils with lettuce and royal palm crops, fertilized with balanced bioinputs for organic production

Tratamento	pH	MO	CTC	Ca	Mg	Al
	1:1	% cmolc dm ⁻³		
Alface						
T	5,1 b	2,9 a	5,0 c	2,5 c	0,9 b	0,4 b
BioA	5,3 b	3,0 a	6,3 b	3,4 ab	0,9 b	0,2 b
BioP	5,2 b	2,9 a	6,5 b	3,3 ab	1,2 b	0,3 b
BioS	4,9 b	3,0 a	6,1 b	3,2 b	1,2 b	0,8 a
CA	6,4 a	3,0 a	7,4 a	3,8 a	2,1 a	0,0 b
Palmeira						
T	4,4 b	2,5 a	6,4 a	1,5 c	0,3 b	1,3 b
BioA	4,7 b	2,6 a	7,6 a	2,8 ab	0,6 b	1,1 b
BioP	5,0 b	2,5 a	5,8 a	1,9 b	0,4 b	0,6 ab
BioS	4,5 b	2,5 a	7,2 a	2,5 ab	0,3 b	1,1 b
CA	6,2 a	2,6 a	6,9 a	3,6 a	1,5 a	0,0 a

Para cada cultura, médias acompanhadas de letras semelhantes na mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

The letters compare the minimum significant difference in columns, separately for lettuce and palm trees, using the Tukey 5% test.

Source: Elaborated by the authors (2025)

Em síntese, com base nos resultados obtidos, consideramos que os BIs proporcionaram a manutenção da produção vegetal e um maior equilíbrio dos nutrientes no solo, comparados a CA convencionalmente utilizada na nutrição de sistemas orgânicos de produção. Apesar disso, foi possível observar um acúmulo no solo especialmente de P pelos BIs em ambos os cultivos, em níveis próximos ao LCA-P (Gatiboni *et al.*, 2015), indicando a necessidade de verificar os níveis críticos de P para produção dos referidos cultivos, demanda das plantas e disponibilidade de nutrientes pelos BIs. Por fim, é importante destacar (dados não apresentados) que a elaboração dos BIs resultou em pellets íntegros, de fácil elaboração, armazenagem e aplicação, se degradando apenas após o contato com a umidade no solo dos cultivos.

Conclusão

Os bioinsumos equilibrados (BI) podem ser recomendados para uso em cultivos orgânicos, possibilitando a manutenção da produção vegetal e promovendo um melhor equilíbrio de nutrientes no solo, comparados à cama de aves, fertilizante mais utilizado nestes sistemas em SC. A utilização dos BIs promove a redução dos riscos de contaminações ambientais, decorrentes do acúmulo de nutrientes no solo após sucessivos cultivos.

Contribuição dos autores

Rafael Ricardo Cantú: Conceituação, investigação, metodologia, escrita primeira redação, curadoria de dados, administração do projeto. **Keny Henrique Mariguele:** Conceituação, metodologia, recursos. **Fábio Satoshi Higashikawa:** Conceituação, validação, escrita – revisão e edição. **Alexandre Visconti:** Conceituação, recursos. **Rafael Gustavo Ferreira Morales:** Metodologia, escri-

ta – revisão e edição, **Gelton Geraldo Fernando Guimarães:** Conceitualização, validação, escrita – revisão e edição.

Conflito de interesses

Declaramos que este estudo não possui nenhuma forma ou tipo de conflito de interesse.

Dados de pesquisa

Os dados estão disponibilizados no repositório de dados Zenodo (<https://doi.org/10.5281/zenodo.17591717>).

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa de Santa Catarina (Fapesc) pelo apoio do financiamento de projeto vinculado ao presente trabalho.

Referências

- CAVALLAROJÚNIOR, M.L.; TRANI, P.E.; PAS-SOS, F.A.; KUHN NETO, J. & TIVELLI, S.W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. **Revista Bragantia**, v.68, n.2, p.347-356, 2009.
- CANTÚ, R. R.; AITA, C.; DONEDA, A.; GIACOMINI, D. A.; DESSBESELL, A.; ARENHARDT, M.; BASTIANI, G.G.; PUJOL, S.B.; ROCHELLE, P.; CHANTIGNY, M.H.; GIACOMINI, S.J. Alternatives to regular urea for abating N losses in lettuce production under sub-tropical climate. **Biology And Fertility Of Soils**, Berlin, v.53, n.6, p.589-599, 2017.
- CANTÚ, R.R.; VISCONTI, A.; SCHALLENBERGER, E.; MORALES, R.G.F.; LOURENZI, C.R. Como o uso de adubos orgânicos pode ser uma alternativa no spdh?. In: FAYAD J.A.; ARL V.; COMIN J.J.; MAFRA A.L.; MARCHESI D.R. (ed). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças:** método de transição para um novo modo de produção. São Paulo: Expressão popular, 2019. p.149-162.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11.ed. Porto Alegre, RS: SBCS/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376p.
- DE JESUS, H.I.; CASSITY-DUFFEY, K.; DUTTA, B.; DA SILVA, A.L.B.R.; COOLONG, T. Influence of Soil Type and Temperature on Nitrogen Mineralization from Organic Fertilizers. **Nitrogen**, Basel, v.5, n.1, p.47-61, 2024.
- GATIBONI, L.C.; SMYTH, T.J.; SCHMITT, D.E.; CASSOLI, P.C.; OLIVEIRA, C.M.B. Soil Phosphorus thresholds in evaluating risk of environmental transfer to surface waters in Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.4, p.1225-34.
- GUIMARÃES, G.G.F.; DEUS, J.A.L. Diagnosis of soil fertility and banana crop nutrition in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.43, n.4, p.1-12, 2021.
- HIGASHIKAWA, F.S., CANTÚ, R.R. *et al.*, Use of Compost in Onion Cultivation under No-Tillage System: Effect on Nutrient Uptake. Communications In: **Soil science plant anal**, London, v.54, n.9, p.1215-1238, 2023.
- MARIGUELE, K.H.; ZAMBONIM, F.M. Correlação fenotípica entre caracteres de palmeira-real-australiana para rendimento de palmito. In: ENCONTRO TÉCNICO-CIENTÍFICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 2023, Florianópolis. **Anais[...]** Brasília, Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2023. p.110.
- SCHALLENBERGER, E.; REBELO, J.A.; CANTU, R.R. Avaliação da concentração e da relação de nutrientes na compostagem de diferentes matérias-primas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.1, p.78-82, 2015.
- SCHALLENBERGER, E.; CANTÚ, R.R.; MORALES, R.G.F.; VISCONTI, A.; TAGLIARI, P.S.A. Epagri impulsiona a produção orgânica de hortaliças em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.35, n.1, p.12-17, 2022.