

Propriedades qualitativas do açafrão da terra manejado com fontes e doses de adubação

Valmir Augustinho Hartmann Caye¹, Caroline Olias^{2,*},
Caroline Guadagnin da Silva², Gean Lopes da Luz^{3,5} e
Cristiano Reschke Lajús^{4,5}

¹Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina. Centro de Educação Profissional Getulio Vargas. Linha Cruzinhas. Interior. São Miguel do Oeste-SC, Brasil (CEP 89900-000).

²Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Curso de Graduação em Agronomia. *Campus* de Chapecó. Servidão Anjo da Guarda, 295-D. Bairro Efapi. Chapecó-SC, Brasil (CEP 89809-900). *E-mail: caroline.olias@unochapeco.edu.br.

³Universidade Federal de Santa Maria. *Campus* Santa Maria. Av. Roraima, 1000. Cidade Universitária. Bairro Camobi. Santa Maria-RS, Brasil (CEP 97105-900)

⁴Universidade de Passo Fundo. *Campus* Passo Fundo. Av. Brasil Leste, 285. São José. Passo Fundo-RS, Brasil (CEP 99052-900)

⁵Universidade Comunitária da Região de Chapecó. *Campus* de Chapecó. Servidão Anjo da Guarda, 295-D. Bairro Efapi. Chapecó-SC, Brasil (CEP 89809-900).

Resumo. Apesar de o açafrão da terra *Curcuma longa* L. já ser reconhecido por suas propriedades nutraceuticas, pouco tem se pesquisado sobre seu manejo produtivo. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a cultura do açafrão da terra manejado com fontes e doses de adubação. Para a implantação do experimento, relacionado com a delimitação do plantio dos rizomas, a área foi delineada em Delineamento de Blocos ao Acaso em esquema de parcelas subdivididas (4 x 5), sendo que, na parcela principal, foram alocadas como fontes de adubação o adubo mineral de base industrial, organomineral, esterco de bovinos e cama de aves e nas subparcelas, com 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, de acordo com o laudo da análise de solo, com três repetições. Observou-se que para se obter maiores produtividades, o cultivo deve ser realizado com a dose recomendada para uma produção de 20 toneladas de massa verde de rizomas por hectare, conforme a análise de solo independente da fonte de adubação utilizada.

Palavras-chave: Cúrcuma; Adubação; Componentes morfofisiológicos; Viabilidade técnica.

Abstract. *Qualitative properties from the earth saffron managed with fertilizing sources and dosages.* Although earth saffron *Curcuma longa* L. is already recognized for its nutraceutical properties, little research has been done on its

Recebido
10/08/2021

Aceito
01/12/2021

Disponível *on line*
08/12/2021

Publicado
31/12/2021



Acesso aberto



productive management. Thus, the objective of the present work was to evaluate the cultivation of earth saffron managed with sources and doses of fertilization. For the implementation of the experiment, related to the delimitation of the planting of rhizomes, the area was delineated in Random Block Design in a subdivided plot (4 x 5) scheme, and the fertilizer sources were allocated in the main plot mineral fertilizer of industrial base, organomineral, cattle manure and poultry litter, and in the subplots, with 0%, 50%, 100%, 150% and 200% of the recommended dose, according to the report of the analysis of solo, with three repetitions. It was observed that, in order to obtain higher yields, the cultivation should be carried out with the recommended dose for a production of 20 tons of green mass of rhizomes per hectare, according to the soil analysis, regardless of the source of fertilization used.

Keywords: Turmeric; Fertilizing; Morphophysiological components; Technical viability.

ORCID

0000-0001-6622-649X
Valmir Augustinho
Hartmann Caye

0000-0001-8021-2430
Caroline Olias

0000-0003-0987-724X
Caroline Guadagnin da
Silva

0000-0002-7092-647X
Gean Lopes da Luz

0000-0002-8339-6527
Cristiano Reschke
Lajús

Introdução

Os países da Ásia são os maiores produtores e consumidores do rizoma do açafrão da terra *Curcuma longa* L., porém, o Brasil, por apresentar solo e clima adequado, possui grande potencial para a produção dessa cultura. A vantagem competitiva da produção brasileira é que a colheita é realizada quando acontece a entressafra indiana que é a maior produtora e exportadora mundial (Heid et al., 2012).

A Região do Oeste e, principalmente, do Extremo Oeste Catarinense possui uma agricultura bem desenvolvida e diversificada com o cultivo de uma ampla variedade de culturas de exploração comercial. O que proporciona amplas condições em desenvolver o cultivo do açafrão da terra pelos aspectos apresentados e quanto ao uso da mão de obra da agricultura de estrutura familiar, pequenas propriedades e solo e clima favorável que favorecem a implementação do cultivo (Bavaresco, 2003; Silva et al., 2004).

E a tecnologia gerada com a pesquisa seja difundida pelos órgãos da assistência técnica públicos e privadas aos produtores rurais da região para proporcionar diversificação nas atividades desenvolvidas na propriedade. Pela carência de estudos e de dados técnicos científicos que tratam do tema, verifica-se a relevância de estudos teóricos e práticos de manejo para a obtenção da máxima eficiência técnica e econômica.

Os agricultores da Região do Extremo Oeste Catarinense realizam a prática da adubação orgânica com a utilização de dejetos de animais, para adubar as mais diversas culturas comerciais e de subsistência, com aplicação de cama de aves, esterco bovino e de suínos, propiciando economia na aquisição de fertilizantes externos, e, acima de tudo, aproveitado os recursos existentes na propriedade. Mas, há carência de estudos com em relação à cultura do açafrão da terra.

Comparativamente com outras regiões, existe a necessidade de difundir o seu cultivo entre os produtores. E que, a partir dos resultados obtidos que se possa, de modo mais seguro, orientar com eficiência e ter melhores resultados finais no cultivo da planta e, a partir destes dispor de mais uma fonte de renda.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o cultivo do açafrão da terra manejado com fontes e doses de adubação.

Material e métodos

Caracterização do ambiente da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida e aplicada na unidade didática do horto de plantas medicinais do Centro de Educação Profissional Getúlio Vargas (CEDUP-GV), que atende a estudantes do Curso Técnico em Agropecuária, localiza-se na linha Cruzinhas, Município de São Miguel do Oeste, no Estado de Santa Catarina, na latitude 26° 47' 33,72" S e longitude 53° 30' 41,18" W e altitude de 618 m.

O plantio do açafrão da terra foi realizado no dia 14 de outubro de 2017 e a colheita no dia 17 de julho de 2018. A colheita foi realizada a partir do momento em que as plantas atingiram o pleno desenvolvimento vegetativo, acumulando todas as reservas nos rizomas e as folhas amareladas sinal de final do ciclo da cultura, ou seja, colhidos a partir do momento em que a parte aérea da planta entra na senescência ou tombamento da parte vegetativa que acontece logo após a floração e os rizomas apresentaram a cor amarela mais intensa.

O solo da região caracteriza-se na sua maior parte como LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico com textura argilosa, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018; Santos et al., 2018) que são solos profundos, com possibilidade de possuírem altos teores de argila e com baixo conteúdo de areia. De acordo com os dados da análise física do solo, realizado pelo Laboratório de Análises da Epagri de Chapecó-SC, apresenta 50% de argila, 24% de silte e 26% de areia enquadrando-se como solo do tipo 3.

O local do experimento apresenta relevo com declividade média de 8% no sentido Nordeste para Sudoeste em observação e medição realizadas no local, e as linhas de plantio dos rizomas direcionadas no sentido noroeste-sudoeste.

Para analisar as informações climáticas de precipitação, temperatura mínima, máxima e média do ar, umidade relativa do ar e a radiação solar, durante o ciclo da cultura do açafrão da terra, foram obtidas da Estação Meteorológica Automática de São Miguel do Oeste-SC, do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2017/2018), instalada nas proximidades do aeroporto de São Miguel do Oeste, distando aproximadamente 800 m da área do estudo.

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfa (clima temperado com verão quente), em que o verão é quente e abafado e frequente trovoadas. Já no período de inverno os mesmos são moderados e com precipitação durante a estação provém de ciclones de latitude média (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007).

A área do experimento implantada no CEDUP-GV que se localiza na região do extremo oeste catarinense, as temperaturas não ultrapassam de 38 °C no verão e são inferiores a 0 °C no inverno e as médias anuais que se situam entre 16 °C a 20 °C (Welter, 2006).

Técnicas de coleta de dados

Para a implantação do experimento da cultura do açafrão da terra, relacionado com a delimitação do plantio dos rizomas, a área foi delineada em DBC (delineamento de blocos ao acaso) em esquema de PSD (parcelas subdivididas) (4 x 5), sendo que na PP (parcela principal) foram alocadas as fontes de adubação: adubo (MI) mineral de base industrial (NPK de formulações de fertilizantes minerais simples), (OM) organomineral (Ferticel), (EB) esterco de bovinos (CEDUP-GV, fertilizante orgânico de esterco de bovinos de vacas e novilhas, que passou pelo processo de compostagem por 90 dias) e (CA) cama de aves (CEDUP-GV, fertilizante orgânico de cama de aves frango de corte de três lotes que passou pelo processo de compostagem por 90 dias) e na SB (subparcelas) as doses de adubos.

A parcela principal foi constituída por quatro níveis de fontes de adubação, representados pelas subparcelas com cinco subníveis representando as concentrações das fontes de adubos, sendo elas: testemunha (sem aplicação da dose = 0%, 50%, 100%, 150% e 200% (da dose recomendada conforme a interpretação dos dados do laudo da análise de

solo) com base na indicação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2016), com três repetições.

As adubações, realizadas com esterco de bovinos, cama de aves e a organomineral, foram complementadas com fertilizante industrial simples, que é constituído principalmente por um elemento (N, P ou K) para que chegue na dose recomendada. Desta forma, para complementar o N foi utilizado a ureia, com concentração de 45% de N, para P o superfosfato triplo (TSP), na concentração de 46% de P_2O_5 , e o K com a utilização do KCl com 60% de K_2O .

Para cada repetição foram utilizados 20 rizomas/semente do açafão da terra, sendo somente avaliadas as seis plantas centrais eliminando-se as plantas da bordadura das fileiras e do comprimento do sulco, uma vez que a parcela de cada tratamento com área de 2,00 m², constituída por quatro linhas de sulco de 1,00 m linear por 2,00 m de largura, com espaçamento de 0,50 m entre fileiras de sulco de plantio.

O experimento foi constituído por três blocos de 33,20 m de comprimento e dividido por quatro parcelas principais do fator fontes de adubação e subdivididas em cinco subparcelas pelos níveis dos fatores das concentrações de adubação, com um total de 60 tratamentos das subparcelas de 2,00 m² cada.

Os rizomas/semente foram colocados no espaçamento de 0,20 m na linha de sulco de plantio, totalizando 20 rizomas/semente por subparcela de cada nível e um total de 1.200 rizomas/semente na área experimental. A área total do experimento é de 278,88 m², sendo de 8,40 m de largura por 33,20 m de comprimento e o delimitador entre as subparcelas e parcelas principais de cada nível com o intervalo de 1,50 m entre blocos e 0,60 m entre subparcelas.

A coleta da amostra de solo para análise química realizada na área ocorreu em julho de 2017, na profundidade de 0 a 20 cm, conforme indicação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2016), foi encaminhada para o Laboratório de Análises da Epagri de Chapecó-SC. A partir dos dados obtidos da análise química do solo e de sua interpretação foi realizada a adubação de acordo com o delineamento do projeto.

Com relação às fontes de adubação de aves, bovinos e organomineral, foram encaminhadas para o Laboratório de Análises da Epagri de Chapecó-SC.

A adubação de base (plantio) foi realizada de acordo com as diferentes doses estabelecidas e das fontes de adubação no momento que foi realizado o plantio dos rizomas. A quantidade de adubação de acordo com a necessidade para a produção (rentabilidade) de 20 t de massa verde por ha de rizomas estabelecida para o projeto em estudo, deu-se a partir da interpretação dos dados obtidos da análise química do solo com base nos dados da análise de solo e recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2016) para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina do Manual de calagem e adubação.

Os rizomas/semente provenientes de material genético do CEDUP-GV, com procedência de Florianópolis e de cultivo por mais de cinco anos, adaptado à região e com sanidade e sem denominação específica para o germoplasma.

Antes de efetuar o plantio foi realizado uma limpeza nos rizomas/semente com a finalidade de retirar as raízes e descartar os que apresentassem anormalidade, ou, que aspectos diferentes da normalidade da espécie e em conformidade com a planta e que possa afetar o resultado final.

Além do descarte dos rizomas com anormalidades, foi necessário observar, a sanidade, o tamanho, o peso, a idade e o acúmulo de reserva nutritiva, nos rizomas antes do plantio.

Assim, na implantação do experimento escolhidos rizoma/semente que continham em média de 5 cm de comprimento e com peso aproximado de 10 g com pequena variação.

O local de implantação do experimento já vem sendo cultivado por mais de 20 anos com plantas olerícolas e antes da implantação do experimento a área recebeu cobertura verde com aveia preta *Avena strigosa* Schreb, implantada em maio de 2017.

De acordo com dados obtidos da análise de solo, não foi necessário a aplicação de corretivos de acidez (calagem). Assim, no local foi realizada a dessecação da aveia preta com glifosato no dia 14 de setembro, correspondendo a 30 dias antes ao do plantio do açafrão.

O plantio foi realizado com rizomas-primários, uniformes quanto ao tamanho e peso e provenientes e multiplicados no Centro de Educação Profissional Getúlio Vargas (CEDUP-GV) localizado na Linha Cruzinhas, São Miguel do Oeste-SC.

O momento do plantio atendeu o momento do início da brotação dos rizomas/semente, que é sinal característico de quebra de dormência.

Seguiu-se então a implantação do delineamento experimental em que cada nível da parcela tratamento (2 m de largura por 1,00 m de comprimento) com 20 plantas de rizoma de açafrão, no espaçamento de 20 centímetros entre plantas e 50 cm entre fileiras, totalizando cinco plantas por fileira e no total de quatro fileiras, com a colocação na profundidade de 4 cm dos rizomas no plantio.

O local de implantação do experimento já vem sendo cultivado por mais de 20 anos com plantas oleícolas e antes da implantação do experimento a área recebeu cobertura verde com aveia preta *Avena strigosa* Schreb, implantada em maio de 2017.

De acordo com dados obtidos da análise de solo não foi necessário a aplicação de corretivos de acidez (calagem). Assim, no local foi realizada a dessecação da aveia preta com glifosato no dia 14 de setembro, correspondendo a 30 dias antes ao do plantio do açafrão.

No dia do plantio dos rizomas, o preparo da área limitou-se em realizar uma escarificação na profundidade de 20 cm e distanciados 50 cm entre linhas. Logo após realizou-se a aplicação e a incorporação das doses de adubação em linha na profundidade de 10 cm, conforme os níveis de tratamentos estabelecidos do experimento no dia do plantio dos rizomas de açafrão e todos os tratamentos culturais foram seguidos conforme as normas estabelecidas, como medidas para conservação do solo em curvas de nível.

A cultura do açafrão da terra é exigente em umidade, e, para tal, corresponde com aumento da rentabilidade e desenvolvimento dos rizomas. Para ter umidade necessária no desenvolvimento da cultura, houve a necessidade de realizar irrigação, por intermédio de regadores manuais com capacidade de 10 L, após cinco dias sem chuva.

O plantio dos rizomas/semente ocorreu conforme as recomendações técnicas da cultura, como a adubação em conformidade da implantação do projeto e sua delimitação em conformidade com os dados da análise de solo e recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2016), que foram realizadas de forma manual, e teve a aveia semeada no período de inverno como cultura antecessora.

As práticas culturais foram realizadas no transcorrer do desenvolvimento da cultura, como controle manual da eliminação de plantas indesejadas, diferentes do açafrão, erradicação de eventuais plantas doentes para eliminar fontes de inóculo e da observação de ataque de insetos (praga) para não causar danos à planta do açafrão da terra.

Não foi necessária a aplicação de produtos para controle ou amenizar o ataque de doenças e ou pragas na cultura no decorrer do seu desenvolvimento vegetativo. Este fator pode estar relacionado por motivos da decorrência dos dados climáticos ocorridos no período, como, também estar relacionado com alguns alcaloides existentes na planta. Os alcaloides são princípios ativos que necessitam de mais estudos para uso no desenvolvimento de produtos fitossanitários.

O ciclo de cultivo observado estendeu-se de 14 de outubro de 2017 a 17 de julho de 2018, com um ciclo de 272 dias (nove meses). A colheita final do açafrão da terra foi realizada no dia 17 de julho de 2018, coletando-se seis plantas covas centrais por nível de parcela de tratamento.

Variáveis respostas

São todos os dados relativos a serem considerados quanto ao cultivo do açafrão da terra para a obtenção dos melhores resultados quanto ao uso de meios que convertam os valores de estimativa de produção para kg/ha. Tanto a área foliar e a matéria seca da parte aérea e dos rizomas são meios utilizados para medir o crescimento vegetal.

- *Altura da planta (AP)*: A obtenção da altura média (cm) foi pela medição desde o colo da planta até a extremidade da mais alta folha estendida. Foram medidas a planta mãe (cova de plantio) da mais alta à menor e calculada a média entre elas, considerando o resultado como altura média da planta mãe. A mensuração da altura da planta mãe (planta cova) foi realizada 240 dias após o plantio.
- *Número de perfilhos totais por planta (NPTP)*: Foi contado o número de perfilhos por cova de plantio das 6 plantas centrais avaliadas e dividido pelas plantas consideradas a determinação ocorreu 180 dias após o plantio dos rizomas, período em que se constatou que não havia mais emissão de perfilhos.
- *Número de folhas (NF)*: Foi considerado o número de folhas pequenas por planta (NFP), número de folhas médias por planta (NFM), número de folhas grandes por planta (NFG) por cova de plantio e os perfilhos. Para tanto, foi efetuada a classificação das folhas entre pequenas, médias e grandes, sendo folha pequena com medidas de largura menor que 10 cm e comprimento abaixo de 25 cm, folhas médias com largura entre 10-15 cm e comprimento 25-40 cm e folha grande com largura acima de 15 cm e comprimento maior de 40 cm.
- *Área foliar e índice da área foliar (AF, IAF)*: Para a determinação da área foliar em cm^2 por planta foi considerado a planta mãe do plantio da cova e seus perfilhos com determinação da Área Foliar Total (AFT) e Índice de Área Foliar (IAF). A medida da área foliar foi obtida por medição do comprimento linear do limbo foliar (excluindo a bainha foliar) e a largura máxima em cm (perpendicular à nervura principal) (May et al., 2005). Para a determinação da AFT realizou-se a soma da área foliar da planta mãe e de seus perfilhos e de seis plantas e calculada a média entre as seis plantas. Para o IAF foi dividido o valor da AFT pela área ocupada da planta (1.000 cm^2).
- *Determinação do SPAD nas folhas do açafrão da terra*: Para a determinação do índice SPAD foi utilizado o medidor portátil SPAD-502, da empresa Konica Minolta.

No transcorrer do desenvolvimento da cultura do açafrão da terra foram realizadas 10 medições do índice SPAD na porção de 1/3 da folha terminal de quatro plantas úteis de cada tratamento das subparcelas, escolhidas ao acaso e a média representa do valor de cada unidade experimental.

Foram efetuadas duas medições com intervalos de 15 dias em cada período do desenvolvimento vegetativo na qual a planta apresentava 2, 4, 6, 8 folhas definitivas e final do ciclo da cultura, com leituras programadas entre 9 e 10 h da manhã. Assim obteve-se o DV com duas folhas (V2) definitivas, 4 folhas (V4) definitivas, seis folhas (V6) definitivas, oito folhas (V8) definitivas e Estádio Final (EF) final do ciclo da cultura do açafrão da terra.

A primeira medição, denominada *SPAD* 1.1, foi realizada quando a planta apresentava duas folhas definitivas no dia da realização da primeira adubação nitrogenada em cobertura (ANC) na última folha a partir do ápice. O *SPAD* 1.2 ocorreu com intervalo de 15 dias após a primeira leitura. Já a terceira leitura com o *SPAD* 2.1, ocorreu quando a planta apresentava quatro folhas definitivas, no dia da segunda adubação nitrogenada em cobertura (ANC) e o *SPAD* 2.2 com 15 dias após a terceira leitura. Na quinta leitura com o *SPAD* 3.1, ocorreu quando a planta apresentava seis folhas definitivas e o *SPAD* 3.2, também com 15 dias após a quinta leitura e a sétima leitura com o *SPAD* 4.1, quando a planta estava com oito folhas definitivas e o *SPAD* 4.2 com 15 dias após a sétima leitura e finalmente o *SPAD* 5.1 com 15 dias de antecedência à colheita e *SPAD* 5.2 (final) no momento da colheita.

A determinação do nível crítico do índice *SPAD* na folha do açafão da terra possibilita a obtenção de um meio que se possa analisar a sua utilização no prognóstico de adubação nitrogenada para a cultura e obter um determinador quantitativo da adubação e consequentemente o aumento da produção de rizomas da cultura.

Técnicas de análise e interpretação dos dados

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ($P \leq 0,05$), para as doses de adubação foi realizada a análise de regressão ($P \leq 0,05$) com a escolha dos modelos matemáticos através do coeficiente de determinação (R^2). Para as fontes de adubo as diferenças entre médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR - Sistema de análise de variância para dados balanceados (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Condições climáticas

No período compreendido da implantação da cultura do açafão da terra e do pleno desenvolvimento vegetativo até plena rizomatização, comparativamente as temperaturas médias situaram-se na faixa de 20 °C a 32 °C, que indicam as melhores temperaturas para a obtenção dos melhores rendimentos de rizomas. O Brasil possui um clima tropical semelhante ao da origem do açafão da terra, que permitiu a sua adaptação às condições climáticas do país, mostrando um grande potencial para ser um dos maiores produtores e exportadores desta especiaria (Goto, 1993).

A partir do plantio (14 de outubro de 2017) dos rizomas até o dia da colheita (17 de julho 2018) a temperatura média na maior parte do período ficou acima da temperatura base para a cultura, senso isso um bom indicativo para o seu rendimento em rizomas. De acordo com Cecílio Filho e Souza (1996), com base em dados de Goto (1993), para o açafão da terra se adotado o valor de 10 °C como temperatura base da planta.

Morfofisiologia do açafão da terra

Altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de folhas pequenas por planta e número de folhas médias por planta. A análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) do fator adubações em relação às variáveis respostas altura de plantas (AP), número de perfilhos por planta (NPP), número de folhas pequenas por planta (NFPP) e número de folhas médias por planta (NFMP) (Tabela 1).

A análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) do fator doses recomendadas em relação às variáveis respostas AP, NPP, NFPP e NFMP, ou seja, não existe um modelo matemático que explica a influência da variável X (doses recomendadas) em relação às variáveis Y (AP, NPP, NFPP e NFMP).

Tabela 1. AP, NPP, NFPP e NFMP do experimento (São Miguel do Oeste, SC - safra 2017/2018).

Adubações	AP --- (cm) ---	NPP --- (nº) ---	NFPP --- (nº) ---	NFMP --- (nº) ---
CA	82,13 A	4,79 A	16,69 A	8,76 A
EB	84,07 A	4,33 A	16,82 A	7,76 A
Organomineral	80,53 A	4,78 A	16,26 A	9,40 A
Mineral	85,73 A	4,72 A	16,90 A	9,11 A
CV (%)	13,71	15,55	13,90	27,38

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Ao estudar o desenvolvimento de uma planta é preciso entender o seu crescimento morfofisiológico em resposta aos fatores bióticos e abióticos entre as relações que vão interferir nos resultados do crescimento em altura da planta e da área foliar, a quantificação da matéria seca e produtividade de uma planta (Lajús, 2010).

A disponibilidade de água, luz, temperatura, nutriente e estágio de desenvolvimento da planta (vegetativo ou reprodutivo) têm influência direta na quantidade da área foliar da planta e, bem como, na emissão de perfilhos, além de influenciar nas características genéticas (Gonçalves, 2002).

Ao escolher-se o solo para o cultivo do açafrão da terra, deve-se dar preferência para solo argiloso, fértil e de fácil drenagem, que permitem melhor desenvolvimento da cultura e resultados de produtividade (Cecilio Filho, 1996).

O efeito de diferentes tipos de esterco no cultivo do açafrão da terra resultou em altura da planta maior e um número de folhas e de perfilhos maior com o esterco de cabra, bovinos e de aves em relação a testemunha, obtendo-se 216 cm de altura, 23,8 folhas e 4 perfilhos por planta com esterco de cabra; 220 cm de altura, 21,6 folhas e 3,6 perfilhos por planta com esterco de vaca; 204 cm de altura, 20,8 folhas e 3,2 perfilhos por planta com esterco de aves (Hossain e Ishimine, 2007), resultados diferenciados aos encontrados nesta pesquisa de 85 cm de altura, 4,8 perfilhos e 26 a 27 folhas por planta quando consideradas as folhas pequenas, médias e grandes.

Na avaliação de cultivares do açafrão da terra para crescimento e produção para determinar a especificidade regional e entre as dezesseis cultivares do açafrão da terra avaliados, o 'Salem' apresentou a maior altura de plantas (37,07 cm), e número máximo de perfilhos por planta (3,80), 'CLT-325' teve mais folhas por planta (17,67), aos 180 dias após o plantio (Venkatesha e Siddalingayya, 2016), valores inferiores encontrados nesta pesquisa conforme Tabela 1.

Número de folhas grandes por planta. A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da interação adubações x doses recomendadas em relação à variável resposta número de folhas grandes por planta (NFGP) (Tabela 2).

Na Tabela 2, isolando a dose recomendada de 100% dentro das adubações, observa-se que a adubação mineral apresentou diferença significativa ($P \leq 0,05$) em relação às adubações organomineral e esterco de bovinos. Ao isolar a adubação mineral dentro das doses recomendadas percebe-se que apenas a dose recomendada de 100% diferiu significativamente ($P \leq 0,05$) das demais.

Tabela 2. NFGP do experimento (São Miguel do Oeste, SC - safra 2017/2018).

Adubações	NFGP --- (nº) --- Doses recomendadas				
	0%	50%	100%	150%	200%
	Cama de aves	2,33 Aa	3,20 Aa	3,23 ABa	2,57 Aa
Esterco de bovinos	3,13 Aa	1,73 Aa	2,33 Ba	2,93 Aa	2,60 Aa
Organomineral	2,07 Aa	3,30 Aa	2,67 Ba	3,10 Aa	2,67 Aa
Mineral	2,20 Ab	2,63 Ab	5,00 Aa	3,00 Ab	2,77 Ab
CV (%)	24,40				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O NFGP do açafrão da terra na dose recomendada de 100% dentro das adubações entre os tratamentos com as maiores variações, apresentando variação entre 5,00 folhas grandes por planta (mineral), 3,23 (cama de aves), 2,67 (organomineral) e 2,33 (esterco de bovinos) (Tabela 3), e dentre a adubação mineral apresentando o melhor resultado com 100% da dose recomendada.

À medida que a disponibilidade de nutrientes continua a aumentar, é atingida a zona adequada, onde a crescente quantidade de nutrientes não está mais relacionada com o aumento da produtividade. À medida que a concentração do nutriente no tecido aumenta além da zona adequada, o crescimento e a produtividade diminuem em decorrência da toxicidade, que pode ser constatado a zona tóxica (Taiz e Zeiger, 2013).

Área foliar por planta e índice de área foliar. A análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) do fator adubações em relação às variáveis respostas área foliar por planta (AFP) e índice de área foliar (IAF) (Tabela 3).

Tabela 3. AF e IAF do experimento (São Miguel do Oeste, SC - safra 2017/2018).

Adubações	AFP --- (cm ²) ---	IAF --- (Índice) ---
	Cama de aves	6109,07 A
Esterco de bovinos	5734,53 A	5,73 A
Organomineral	6186,74 A	6,18 A
Mineral	6284,99 A	6,28 A
CV (%)	10,98	10,98

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) do fator doses recomendadas em relação às variáveis respostas AFP e IAF, ou seja, existe um modelo matemático que explica a influência da variável X (doses recomendadas) em relação às variáveis Y (AFP e IAF).

Percebe-se que houve uma relação de causa e efeito entre a variável doses recomendadas e as variáveis AFP (cm²) e IAF, ou seja, as doses recomendadas influenciam em 91,94% na AFP e IAF, apresentando um comportamento quadrático. Obtendo o melhor

desempenho na aplicação de 100% da dose recomendada em ambas as fontes de adubação.

A adubação correta é determinada pelas exigências nutricionais da planta em termos de extração e exportação para um nível ótimo de produtividade, conhecimento do “estoque” de nutrientes no solo por meio de análise química e práticas que visam transformar o nutriente aplicado em produto colhido (UNIFERTIL, 2012).

A aplicação da adubação por meio da utilização de fertilizantes orgânicos (esterco bovino e cama de aves) combinado com inorgânicos (NPK) proporcionou influência no melhor desenvolvimento vegetativo, no comprimento e na largura máxima da folha (Amin et al., 2016), que proporcionou área foliar (AF) e índice da área foliar (IAF) maiores na cultura do açafrão da terra.

As maiores produtividades com o uso da cama-de-frango (adubação orgânica) em cobertura do solo podem ser resultado da maior umidade no solo, induzindo à manutenção de temperaturas mais baixas em relação ao ambiente externo, melhorando o equilíbrio hidrotérmico e a capacidade fotossintética na planta. O uso de resíduos orgânicos adicionados ao solo melhora os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, além de reduzir a perda de nutrientes por lixiviação (Floss, 2011).

A área foliar por planta foi maior no cultivo do açafrão da terra quando foi utilizado o esterco de cabra e de bovinos em relação ao esterco de aves, com 13.971 cm² para esterco de cabra, 13.031 cm² para esterco de bovinos e 9870 cm² para esterco de aves (Hossain e Ishimine, 2007), resultados maiores do que os obtidos no presente experimento conforme Tabela 3 com uso de Cama de aves, Esterco de bovinos, Organomineral e Mineral.

Leitura SPAD. A análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) do fator adubações em relação a variável resposta leitura SPAD (Tabela 4).

Tabela 4. Leitura SPAD do experimento (São Miguel do Oeste, SC - safra 2017/2018).

Adubações	Leitura SPAD ---(Índice)---
Cama de aves	23,09 A
Esterco de bovinos	23,55 A
Organomineral	23,53 A
Mineral	23,21 A
CV (%)	7,90

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da interação estádios de desenvolvimento x doses recomendadas em relação a variável resposta leitura SPAD (Tabela 4). Na leitura realizada no estágio V4 (15 dias após a primeira medição no estágio fenológico e a segunda adubação de cobertura de N), pode-se notar que ao aplicar a dose total (100%) no pré-plantio, há um aumento no número de aproximadamente seis unidades de SPAD em relação a não aplicação de nutrientes (0%).

É possível observar que tanto no estágio V2 (15 dias após) e V4 (15 dias após) que corresponde a 15 dias após a aplicação de N em cobertura, que há aumento no número de unidades de SPAD em relação à testemunha da não aplicação de nutrientes (0%), com um maior diferencial em unidades de SPAD quando da aplicação nas doses de 150 e 200%. Em

ambas as doses recomendadas é possível observar (Tabela 4) que quanto mais para o final do estágio de desenvolvimento vegetativo EF, há uma diminuição do número de unidades SPAD.

Conforme Coelho et al. (1991), pela sua extrema complexidade, a eficiência do N é fortemente influenciada pelas inúmeras variáveis ambientais, principalmente pelas condições edafoclimáticas e pela dinâmica do nitrogênio no solo. Diversos experimentos realizados no Brasil, sob as mais diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta positiva à aplicação de nitrogênio via adubação nitrogenada.

Conforme a Tabela 5, o teor de SPAD manteve-se acima de 20 unidades até o estágio vegetativo (V8). que quanto maior o teor SPAD e a manutenção por mais tempo da clorofila favorecem o desenvolvimento da planta e conseqüentemente a maior produtividade da cultura. Quando realizado a leitura do SPAD nos estádios de desenvolvimento V2 e V4, houve resposta em aumento nos valores de unidades SPAD quando realizado a leitura em 15 dias após a aplicação de N, em ambas as doses (50%, 100%, 150% e 200%) de aplicação da adubação na cultura do açafrão da terra.

Durante os estádios de desenvolvimento da cultura, os valores médios de leitura SPAD variaram em 16,5 unidades (Tabela 5) na aplicação de 100% da dose recomendada da adubação.

Tabela 5. Leitura SPAD do experimento (São Miguel do Oeste, SC - safra 2017/2018).

Estádios de desenvolvimento	Leitura SPAD --- (Índice) --- Doses recomendadas				
	0%	50%	100%	150%	200%
	V2	25,42 ABa	26,00 Ba	26,42 Ba	27,08 Ba
V2 (15 dias após)	26,33 Ab	29,83 Aa	30,00 Aa	30,08 Aa	30,33 Aa
V4	24,83 ABa	25,72 BCa	26,33 Ba	26,33 BCa	26,83 Ba
V4 (15 dias após)	24,08 ABCb	28,83 Aa	30,00 Aa	30,67 Aa	30,50 Aa
V6	23,08 BCa	23,41 Ca	23,25 Ca	24,58 Ca	22,92 Da
V6 (15 dias após)	23,83 BCa	24,50 BCa	23,92 Ca	24,83 BCa	25,83 BCa
V8	24,75 ABb	26,42 Bab	26,67 Bab	25,67 BCab	27,33 Ba
V8 (15 dias após)	21,92 Cb	24,58 BCa	24,58 BCa	24,75 BCa	24,33 CDa
VF	11,67 Db	13,25 Dab	13,50 Dab	13,83 Dab	13,50 Ea
VF (15 dias após)	10,42 Da	11,75 Da	11,83 Da	11,92 Da	11,83 Ea
CV (%)	9,70				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Conclusão

A Região do Oeste e principalmente a do Extremo Oeste Catarinense tem amplas condições de desenvolver o cultivo do açafrão da terra pelos aspectos quanto ao uso da mão de obra da agricultura de estrutura familiar, pequenas propriedades e solo e clima favorável que favorecem à implementação deste cultivo.

O presente trabalho estudou o cultivo desta planta utilizando diversas fontes de adubação bem como diversas doses dos mesmos mostrando a sua viabilidade produtiva.

Para se obter maiores produtividades de rizomas de açafrão da terra, o cultivo em solo fértil deve ser realizado com a dose recomendada para uma produção de 20 t de massa verde de rizomas (MVR) por hectare, conforme a análise de solo independente da fonte de adubação utilizada.

Nos componentes morfofisiológicos NFGP, SPAD, a produtividade do açafrão da terra chega ao ponto máximo, a partir da recomendação da dose total indicada para a cultura, atribuindo-se assim, sua zona adequada. A partir deste ponto, a superdosagem de adubos, sejam eles: mineral, orgânico e organomineral, contribuem para a redução da mesma, provocando assim uma toxicidade à referida cultura.

Não há diferenças significativas entre as fontes de adubação em relação aos componentes morfofisiológicos da parte aérea (AP, NPP, NFPP, NFMP, AFP, IAF, SPAD).

Os resultados desta pesquisa confirmam a necessidade de geração e adoção de novas tecnologias de cultivo, a fim de torná-la economicamente competitiva a outras culturas e, conseqüentemente, despertar o interesse do produtor, uma vez que o mercado internacional é crescente e o Brasil pode aumentar as exportações.

Não obstante, percebe-se, também, que maiores conhecimentos técnico-científicos gerados na área agrônômica poderão imprimir maior velocidade na adoção dessa matéria prima na região Extremo Oeste Catarinense.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

Aguiar, A. T. E.; Gonçalves, C.; Paterniani, M. E. A. G. Z.; Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. (Boletim IAC, 200).

Amin, M. G. M.; Pedersen, C. Ø.; Forslund, A.; Veith, T. L.; Laegdsmand, M. Influence of soil structure on contaminant leaching from injected slurry. **Journal of Environmental Management**, v. 184, Pt. 2, p. 289-296, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.002>

Bavaresco, P. R. **Os ciclos econômicos do extremo oeste catarinense: modernização, progresso e empobrecimento**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2003. (Dissertação de mestrado).

Cecilio Filho, A. B. **Época e densidade de plantio sobre a fenologia e o rendimento da cúrcuma (*Curcuma longa* L.)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. (Tese de doutorado).

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Florianópolis: CQFS, 2016.

Coelho, A. M.; França, G. E.; Bahia Filho, A. F. C.; Guedes, G. A. A. Balanço de nitrogênio (¹⁵N) em um Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 187-193, 1991.

Fernandes, N. I.; Zárate, N. A. H.; Vieira, M. C.; Moreno, L. B.; Torales, E. P.; Luqui, L. L. Produtividade de açafrão cultivado com diferentes tipos e formas de adição de cama-de-frango ao solo. Anais do ENEPEX - Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 8^o ENEPE UFGD, 5^o EPEX UEMS, 2014.

Ferreira, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Floss, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. Passo Fundo: Editora Universitária, 2011.

Gil, P. T.; Fontes, P. C. R.; Cecon, P. R.; Ferreira, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000400020>

Gill, B. S.; Kaur, S.; Saini, S. S. Influence of planting methods, spacing and farmyard manure on growth, yield and nutrient content of turmeric (*Curcuma longa* L.). **Journal of Spices and Aromatic Crops**, v. 13, n. 2, p. 117-120, 2004.

Gonçalves, A. C. **Características morfológicas e padrões de desfolhação em pastos de capim Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. (Dissertação de mestrado).

Goto, R. **Épocas de plantio, adubações fosfatadas e unidades térmicas em cultura de açafrão (*Curcuma longa* L.)**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1993. (Tese de doutorado).

Heid, D. M.; Heredia Zárata, N. A.; Vieira, C. M.; Torales, E. P.; Carnevali, T. O.; Varela, L. A. Espaçamentos entre plantas e épocas de colheitas no cultivo de açafrão. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, supl. CD ROM, 2012.

Hossain, Md. A.; Ishimine, Y. Growth, yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated on dark-red soil, gray soil and red soil in Okinawa, Japan. **Plant Production Science**, v. 8, n. 4, p. 482-486, 2005. <https://doi.org/10.1626/pps.8.482>

IPNI - International Plant Nutrition Institute. **Plant nutrition**. Canada: IPNI, 2016.

Lajús, C. R. **Caracterização anatômica de lâminas foliares em função de doses de dejetos líquidos de suínos e morfofisiologia comparada de acessos de grama-missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls)**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2010. (Tese de doutorado).

Martins, A. D.; Coelho, F. S.; Leão, A. B.; Silva, M. C. C.; Braun, H.; Fontes, P. C. R. Relação entre índice SPAD, teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 835-841, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100020>

May, A.; Cecílio Filho, A. B.; Cavarianni, R. L.; Barbosa, J. C. Desenvolvimento e produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) em função de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v. 7, n. 3, p. 72-78, 2005.

Mendonça, F. A.; Danni-Oliveira, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

Oka, J. M.; Chaves, F. C. M.; Berni, R. F.; Cunha, A. B. Teor de nutrientes, crescimento e produção de rizomas de açafrão em resposta à adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 2919-2925, 2014.

Porro, D.; Bertamini, M.; Dorigatti, C.; Stefanini, M.; Ceschini, A. Lo SPAD nella diagnosi dello stato nutrizionale della vite. **Informatore Agrario**, v. 57, n. 26, p. 49-55, 2001.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbreiras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA, 2018.

Shamrao, B. S.; Jessykutty, P. C.; Duggi, S.; Magadum, S.; Handral, H. K.; Shruthi, S. D. Studies on growth, yield and economic parameters of kashuri turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) under organic manuring practices. **International Journal of Advancements in Research & Technology**, v. 2, n. 5, p. 414-420, 2013.

Silva, N. F.; Sonnenberg, P. E.; Borges, J. D. Crescimento e produção de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) em função de adubação mineral e densidade de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 61-65, 2004.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013.

UNIFERTIL - Universal de Fertilizantes S.A. **Exigências nutricionais da planta**. Canoas: UNIFERTIL, 2012.

Venkatesha J.; Siddalingayya S. Evaluation of turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivars for growth and yield to determine regional specificity. **Acta Horticulture**, v. 1, n. 1, p. 1125-1144, 2016. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1125.44>

Welter, L. **O espaço geográfico do oeste catarinense e sua cartografia ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. (Tese de doutorado).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.