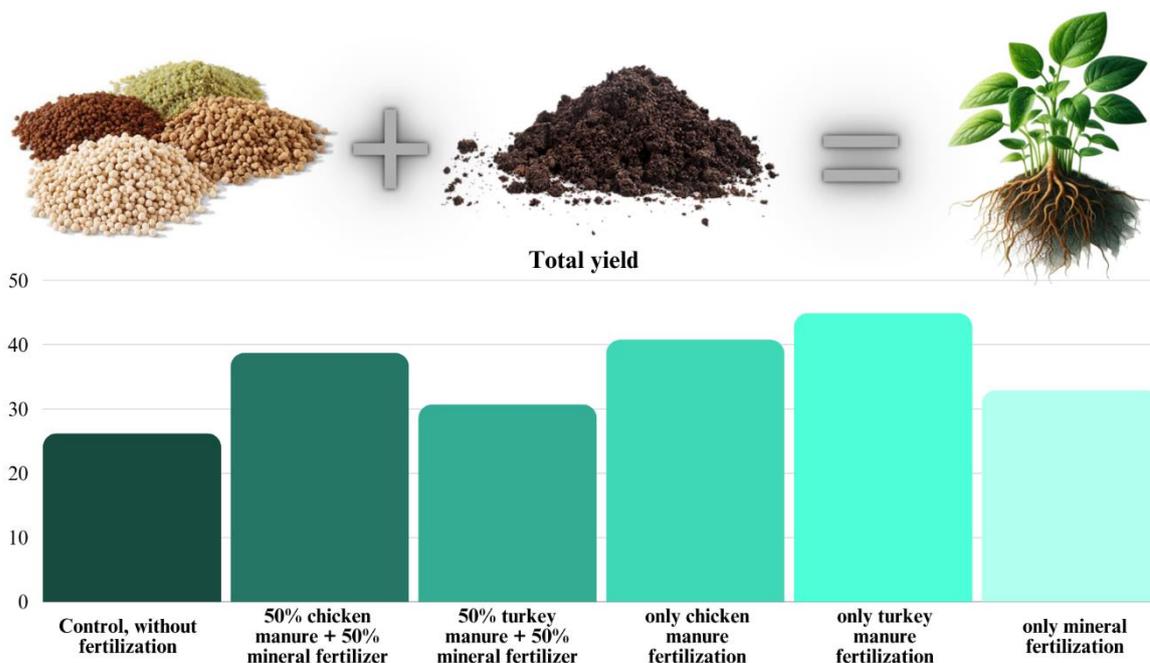


GRAPHICAL ABSTRACT



DIFERENTES FONTES DE ADUBOS NO CULTIVO DO AÇAFRÃO (*Curcuma longa L.*)

*DIFFERENT SOURCES OF FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF TURMERIC (*Curcuma longa L.*)*

Jackson Júnior Klein,^{1*} João Nacir Colombo,¹ Rafael Zaager,² Advaldo Graciano Pinheiro de Souza¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, 29650-000, Santa Teresa – ES, Brasil.

²Cooperativa agroindustrial de Garrafão, 29645-000, Santa Maria de Jetibá – ES, Brasil.

* jacksonjrklein@outlook.com

Artigo submetido em 22/03/2024, aceito em 01/08/2024 e publicado em 07/10/2024.

Resumo: O açafrão é uma hortaliça pertencente à família Zingiberaceae com elevadas propriedades nutraceuticas. Devido suas conhecidas propriedades medicinais, durante seu cultivo é importante reduzir o uso de adubos minerais. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomico do açafrão, utilizando na adubação diferentes fontes de adubos: químicos, orgânicos e organominerais. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: T1- Testemunha, sem adubação; T2- 50% cama de frango + 50% adubação mineral; T3- 50% cama de peru + 50 % adubação mineral; T4- apenas adubação com cama de frango; T5- Apenas adubação com cama de peru; T6- apenas adubação mineral. A velocidade de emergência de rizomas de açafrão, com uma média de 4,92, não foi influenciada pela aplicação dos diferentes tipos de adubos. As plantas que receberam adubos orgânicos alcançaram maiores alturas, atingindo 27,12 cm no tratamento com cama de peru. Já a utilização de adubos organominerais promoveram maior brotação, com 5,43 brotos por planta no tratamento com organomineral (50% cama de frango + 50% adubação mineral). As maiores produtividades foram alcançadas nos tratamentos com cama de peru, apresentando produtividade comercial de 25,22 t ha⁻¹, produtividade total de 44,9 t ha⁻¹ e massa de matéria fresca de 30,44 t ha⁻¹. Resultados semelhantes foram observados com o uso de cama de frango e organomineral (50% de cama de frango + 50% de adubação mineral). O uso apenas da adubação orgânica atende às exigências nutricionais do açafrão.

Palavras-chave: cama de frango; organomineral; rizomas; sustentável.

Abstract: Turmeric is a vegetable belonging to the Zingiberaceae family with high nutraceutical properties. Due to its well-known medicinal properties, it is important to reduce the use of mineral fertilizers during its cultivation. Therefore, this study aimed to evaluate the agronomic performance of turmeric using different fertilizer sources: chemical, organic, and organomineral. The experimental design used was randomized blocks with four replications and six treatments: T1- Control, without fertilization; T2- 50% chicken manure + 50% mineral fertilizer; T3- 50% turkey manure + 50% mineral fertilizer; T4- only chicken manure fertilization; T5- only turkey manure fertilization; T6- only mineral fertilization. The emergence speed of turmeric rhizomes, with an average of 4.92, was not influenced by different fertilizers. Plants that received organic fertilizers achieved greater heights, reaching 27.12 cm in the treatment with turkey manure. Applying organomineral fertilizers promoted greater sprouting, with 5.43 sprouts per plant in the treatment with organomineral (50% chicken manure + 50% mineral fertilizer). The highest yields were achieved in treatments with turkey manure, presenting a commercial yield of 25.22 t ha⁻¹, a of 44.9 t ha⁻¹, and a fresh matter mass of 30.44 t ha⁻¹. Similar results were observed using chicken manure and organomineral (50% chicken manure + 50% mineral fertilizer). The exclusive use of organic fertilization meets the nutritional requirements of turmeric.

Keywords: chicken manure; organomineral; rhizomes, sustainable.

1 INTRODUÇÃO

A *Curcuma longa* L. é uma planta pertencente à família Zingiberaceae. É popularmente conhecida como açafrão da Índia, açafrão, cúrcuma e açafrão-da-terra (GRANDI, 2014), mangarataia e gengibre dourado (ALMEIDA, 2006). Trata-se de uma planta herbácea, perene, de folhas grandes e longas e rizomas ovóides que podem alcançar até 10 cm de comprimento.

Apresenta coloração amarelo avermelhado. Exala cheiro forte com sabor picante e aromático. Entre os principais produtores mundiais destacam-se em primeiro lugar o Irã com uma produção de 430 toneladas no ano de 2019 e em segundo lugar a Índia com produção de 22 toneladas, no mesmo ano (SHAHBANDEH, 2020). No Brasil, os dados de produção ainda são modestos. A produção brasileira concentra-se principalmente no estado de Goiás, no

município de Mara Rosa, considerada a capital do açafrão, onde quase metade da população possui sua renda a partir da atividade (BARTHOLO et al., 2017).

Seu uso ocorre há anos. É usado na Índia há cerca de 4000 anos a.C., na China no século VII, países Árabes no século X e na Europa foi introduzida no século XIII. Inicialmente apreciada por seu valor alimentício com propriedades semelhantes ao gengibre, posteriormente descobriu-se suas diversas propriedades etnomedicinais, como: atividade hepática, gastroprotetora, anti-inflamatória, antimicrobiana, anti-HIV, hipolipemiante, hipoglicemiante, antiagregante, dermatológica, oftalmológica, antioxidante, em oncologia, no sistema respiratório, no sistema reprodutor, no sistema digestório e no sistema nervoso central (ALONSO, 2016). Desta forma, verifica-se que o açafrão é uma planta que deve continuar sendo estudada.

Dentre as diversas áreas de estudo da cultura, a busca por aumento da produtividade torna-se essencial. Uma forma de aumentar a produtividade da cultura é manejar corretamente os nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento. A produtividade de rizomas frescos aumentou 24,7 % por ocasião da elevação de doses de N e 18,8% com a elevação de doses de P_2O_5 , demonstrando que se trata de uma planta responsiva à aplicação dos elementos essenciais, principalmente N e P (SILVA et al., 2004).

Atualmente, grande parte das fontes de nutrientes aplicadas na produção vegetal são de origem sintética. Considerando suas propriedades medicinais, a substituição de fertilizantes sintéticos no cultivo do açafrão é de grande importância. Desta forma, a utilização de adubos orgânicos é uma alternativa para obter uma produção mais sustentável e um produto de melhor qualidade. O adubo ou fertilizante orgânico é o produto de origem vegetal, animal ou agroindustrial que aplicado ao solo

proporciona a melhoria de sua fertilidade e contribui para o aumento da produtividade e qualidade das culturas (CELESTRINO et al., 2017).

Segundo Trentini & Doll Hojo (2019) na produção de hortaliças são utilizados três tipos de adubação: a orgânica, onde são utilizados principalmente os esterco, a química, onde são utilizadas fontes sintéticas dos macro e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas e a adubação organomineral ou mista onde se aplica adubos orgânicos e químicos ao solo. O uso de adubos organominerais, implementam condições mais favoráveis ao desenvolvimento de plantas mais saudáveis, e ao mesmo tempo, solos de melhor qualidade, podendo proporcionar o aumento da produtividade e qualidade final dos produtos produzidos (FERREIRA et al., 2020).

Trabalho semelhante a este foi desenvolvido por Caye et al. (2021) quando avaliaram o uso do adubo mineral de base industrial, organomineral, esterco de bovinos e cama de aves na adubação do açafrão. No presente trabalho foi utilizado o esterco de peru como fonte orgânica e na composição do adubo organomineral. Segundo Ribeiro et al. (2016), a aplicação de cama de peru promoveu melhoria na fertilidade do solo na camada de 0 a 5 cm, com maior efetividade, aumentando os teores de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo, valores de saturação por bases e CTC. O aumento da cama de peru proporcionou redução da densidade do solo e maior volume total de poros.

Considerando a importância nutracêutica do açafrão e o crescimento de seu cultivo no Brasil, exigindo tecnologias que proporcionem aumento de produtividade, preservando o meio ambiente.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomico do açafrão utilizando, por ocasião da adubação

diferentes fontes de adubos: químicos, orgânicos e organominerais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de setembro/2021 a junho/2022 na propriedade do Sr. Laudelino Klein, na cidade de Domingos Martins - ES, localizada nas coordenadas geográficas de 20°13'18.36" Latitude S, 40°51'51.55" Longitude O e altitude de 998 m. O solo da área é predominantemente do tipo Latossolo Amarelo Eutrófico, textura argilosa, contendo 42 % de argila em sua composição.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos compreenderam a utilização da adubação mineral, orgânica e organomineral na cultura do açafrão, sendo: T1- Testemunha, sem adubação; T2- 50% cama de frango + 50% adubação mineral; T3- 50% cama de peru + 50 % adubação mineral; T4- apenas adubação com cama de frango; T5- Apenas adubação com cama de peru; T6- Apenas adubação mineral. Cada unidade experimental foi constituída de 4

fileiras com 10 plantas cada, espaçadas de 20 cm entre as mesmas na linha e 40 cm entre fileiras.

Os fertilizantes organominerais utilizados neste experimento foram produzidos a partir da compostagem da cama de frango proveniente de produtores do município de Santa Maria de Jetibá e a cama de peru foi fornecida pela empresa "Adubasul". O preparo e a formulação dos fertilizantes organominerais foram feitos de forma manual, sendo adicionados e homogeneizados o composto orgânico e o fertilizante mineral, sulfato de amônia com 20% de N, o superfosfato simples com 18% de P₂O₅ e o cloreto de potássio com 60% de K₂O. As quantidades usadas nas formulações foram baseadas nas necessidades nutricionais da cultura. Os nutrientes foram fornecidos conforme as concentrações dos tratamentos, com parte vinda de fontes minerais e parte de fontes orgânicas.

Inicialmente, foi coletado amostras de solo nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, homogeneizadas e direcionadas ao laboratório para a análise química. O resultado da análise de solo da área experimental, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1: Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm.

pH	MO	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC
(H ₂ O)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)				(mmolc dm ⁻³)		
6,98	23,0	321,6	129,49	4,79	0,81	0,00	5,93	7,13
Fraca	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio		Alto	Médio

P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; pH – potencial hidrogeniônico; Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; M.O. – matéria orgânica.

Fonte: Próprio autor (Santa Teresa – ES, 2021).

A partir destes resultados foram seguidas as indicações do manual de Recomendações de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo - 5°

aproximação (PREZOTTI et al., 2007). Não houve a necessidade da calagem, assim, foi realizado o preparo do solo com uma aração e duas gradagens. Em seguida procedeu-se à abertura dos sulcos com 20 cm de

profundidade distribuindo-se o adubo nas parcelas conforme os tratamentos fixados. De acordo com a recomendação para a adubação de plantio, foram necessários 20 kg ha⁻¹ de N, 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ K₂O sendo utilizadas como fontes minerais o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Como fontes orgânicas foram utilizadas a cama de frango e de peru. Na aplicação da cama de frango as quantidades foram calculadas conforme as proporções dos nutrientes no material obtidas em resultados experimentais por (PEREIRA et al., 2019) quando realizaram a caracterização da biomassa da cama de frango. A cama de peru foi fornecida com a aplicação do fertilizante orgânico “Plus”, produzido pela empresa “Adubasul”, cuja composição encontra-se na tabela 2.

Tabela 2: Características químicas presentes na cama de peru.

pH	N	P	K	CTC
(H ₂ O)	(%)		mmolc/kg	
7,5	2	2	2	440

Fonte: Adubasul.

Com base nos tratamentos e nas recomendações de adubação de plantio: o tratamento 1 foi conduzido sem o uso de fertilizantes; o tratamento 2 recebeu 4.484 kg ha⁻¹ de cama de frango e 630,5 kg ha⁻¹ de fertilizante químico; o tratamento 3 recebeu 704,8 kg ha⁻¹ de cama de frango e 630,5 kg ha⁻¹ de fertilizante químico; o tratamento 4 utilizou 8.968,6 kg ha⁻¹ de cama de frango; o tratamento 5 aplicou 1.408 kg ha⁻¹ de cama de peru; e o tratamento 6 usou 1.261,1 kg ha⁻¹ de fertilizante químico.

Em seguida, os rizomas foram distribuídos ao longo dos sulcos abertos a uma profundidade de 5 cm. Após distribuídos, os rizomas foram cobertos por uma fina camada de solo, com o auxílio de uma enxada. A irrigação foi realizada com base na demanda da cultura utilizando o

método de irrigação convencional por aspersão. Ao longo de todo experimento houve a necessidade de quatro capinas manuais. Para a adubação de cobertura foi seguida a recomendação para as culturas do taro e inhame, conforme Prezotti et al. (2007).

Aos 100 dias após o plantio (DAP) observou-se as primeiras brotações, quando se iniciou a avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE) seguindo a metodologia proposta por Popinigs (1977). A avaliação do IVE durou 60 dias quando foi realizada a contagem do número de folhas por planta, através da contagem de todas as folhas completamente formadas das quatro plantas mais centralizadas de cada unidade experimental. Aos 160, 190, 220 e 250 DAP também foram avaliados a altura e o número de brotos por planta. A altura das plantas foi aferida com uma régua milimetrada a partir do coleto de cada planta até o ponto de inserção do pecíolo à bainha da folha mais estendida. Já a avaliação do número de brotos por planta ocorreu através da contagem de todos os brotos visíveis que foram surgindo durante o desenvolvimento vegetativo de cada planta. Tanto para altura quanto para número de brotos por planta, na avaliação foram consideradas as oito plantas mais centralizadas de cada unidade experimental.

Aos 300 DAP por ocasião da senescência das folhas, foi realizada a colheita com o auxílio de um enxado. Foram colhidas oito plantas mais centralizadas de cada unidade experimental. Após realizada a colheita, o rizoma mãe foi separado dos rizomas filhos, os quais foram classificados conforme Berni et al. (2014) em quatro classes: Tipo A (≥ 15 g), Tipo B (± 10 g), Tipo C (± 5 g) e Tipo D (< 5 g) (figura 1). Após classificados os rizomas foram contados e em seguida pesados obtendo-se o número e a massa de matéria fresca de rizomas de cada classe. Para o cálculo da produtividade total somou-se massa de matéria fresca dos rizomas mãe e de todas as classes de rizomas filhos. Já para

a obtenção da produtividade comercial considerou-se a soma das massas de matéria fresca dos rizomas das classes A, B e C, excluindo-se os rizomas da classe D, que foram considerados como descarte (BERNI et al, 2014).

Figura 1: Classificação dos rizomas de açafrao - Rizoma mãe, rizoma filho grande (Tipo A), rizoma filho médio (Tipo B), rizoma filho pequeno (Tipo C) e rizoma filho descartável (Tipo D).



Fonte: Próprio autor (Santa Teresa – ES, 2021).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Jarque-Bera) e homocedasticidade (Bartlett e Cochran) pressupostos para análise de variância. Após atender os pressupostos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para as variáveis altura de planta e número de brotações que foram avaliadas aos 160, 187, 217 e 252 DAP foi realizada a análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão e no valor do coeficiente de determinação. Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico SPEED Stat 2.7 (CARVALHO et al., 2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que não houve resposta do efeito dos tipos de adubos sobre o número de folhas e o índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 3). Os valores de IVE dos rizomas de açafrao não foram alterados com a aplicação de diferentes fontes de adubos. Esse comportamento pode ser explicado pelas condições adequadas do solo ou pela estrutura bem desenvolvida dos rizomas.

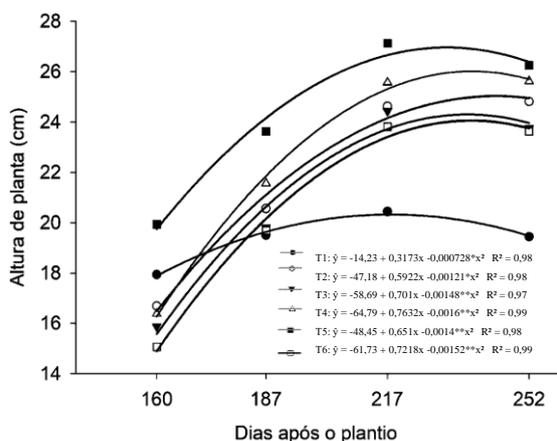
Para a variável correspondente ao número de folhas por planta, resultado semelhante foi alcançado por Caye et al. (2021) que também não observaram diferença entre o número de folhas por planta cultivada com uso de adubo mineral, organomineral, esterco bovino e cama de aves. Possivelmente todas as fontes de adubos utilizadas forneceram as quantidades necessárias para um bom desenvolvimento foliar do açafrao.

Tabela 3: Número de folhas por planta (NF) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do açafrao cultivado com diferentes tipos de adubos.

Tratamentos	NF(Unid.)	IVE
Testemunha (Sem adubação)	10,06	4,63
50% cama de frango + 50% adubação mineral	9,56	5,03
50% cama de peru + 50 % adubação mineral	8,75	4,85
100% Cama de frango	10,56	4,99
100% Cama de peru	10,69	5,03
100% Adubação mineral	7,25	4,98
Erro padrão	0,82	0,12
CV (%)	17,29	4,82

Para a variável altura de plantas houve influência dos tipos de adubação. A análise de regressão demonstrou que houve um comportamento quadrático sendo a maior altura de plantas (27,12 cm) observada no tratamento com cama de peru, seguida pelo tratamento com cama de frango que apresentou também um comportamento quadrático sendo a maior altura (25,52 cm) observada aos 217 dias após o plantio (figura 2).

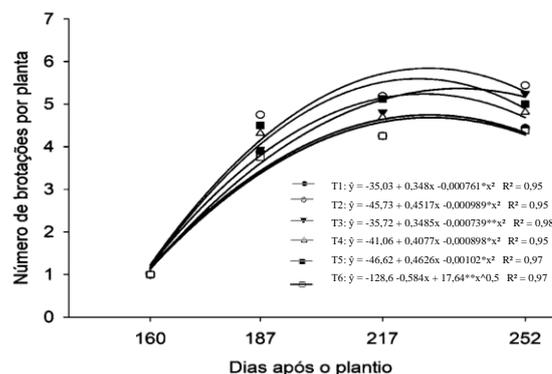
Figura 2: Altura de plantas de açafrão adubadas com diferentes tipos de adubos considerando diferentes épocas.



Caye et al. (2021) não verificaram diferença significativa nos valores de altura de plantas com utilização de diferentes tipos de adubos. Os maiores valores de altura das plantas nos tratamentos com adubação orgânica podem ser explicados pela capacidade deste material em aumentar a capacidade de infiltração e retenção de água no solo, a capacidade de troca catiônica conferindo ao solo condições favoráveis de arejamento, favorecendo a absorção dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas.

O maior número de brotações alcançadas foi nos tratamentos em que as plantas foram adubadas com o adubo organomineral (50% cama de frango + 50% adubação mineral) apresentando 5, 43 brotos por planta, seguido pelo organomineral (50% cama de peru + 50% adubação mineral) com 5,25 brotos por planta aos 252 dias após o plantio (Figura 3).

Figura 3: Número de brotos por planta de açafrão adubadas com diferentes tipos de adubos considerando diferentes épocas.



Utilizando as mesmas fontes de adubos do presente trabalho, Caye et al. (2021) não verificaram diferença significativa entre os tratamentos quando avaliaram o número de brotos (perfilhos) por planta de açafrão. Farias et al. (2013) verificaram que o uso de cama de frango + adubação mineral na adubação da *Heliconia psittacorum* x *Heliconia pathocircinada*, cv. Golden Torch, proporcionou valor de número de brotos por planta superior aos verificados nas plantas adubadas apenas com fontes minerais ou orgânicas e da testemunha, resultado semelhante ao alcançado no presente trabalho. O número de brotos é uma característica importante, pois, quanto maior o número de brotos, maior será o número de folhas que captam energia solar produzindo matéria orgânica por meio da fotossíntese (ASSIS et. al., 2009).

Por ocasião da colheita do açafrão, os resultados das análises estatísticas demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis número de rizomas mãe e número de rizomas Tipo C por planta.

Os valores médios do número de rizomas mãe foram observados conforme os diferentes tratamentos. O tratamento sem adubação apresentou uma média de 4,09 rizomas. Os tratamentos combinados de 50% cama de frango + 50% adubação mineral e 50% cama de peru + 50%

adubação mineral resultaram em médias de 5,50 e 4,75 rizomas e o uso exclusivo de cama de frango e cama de peru resultou em médias de 5,28 e 5,34 rizomas, enquanto a adubação mineral resultou em uma média de 5,06 rizomas mãe. A dispersão moderada dos dados é representada no coeficiente de variação de 13,28% encontrado, e o erro padrão de 0,33 sugerindo a consistência dos dados.

Os valores médios do número de rizomas Tipo C encontrados para o tratamento sem adubação, foi de 5,47 rizomas. Nos tratamentos combinados, a mistura de 50% cama de frango + 50% adubação mineral resultou em uma média de 6,10 rizomas, enquanto a mistura de 50% cama de peru + 50% adubação mineral resultou em 6,66 rizomas. O uso exclusivo de cama de frango e cama de peru apresentou médias de 6,50 e 5,57 e a adubação mineral isolada apresentou uma

média de 6,41 rizomas Tipo C. O coeficiente de variação de 14,02% indica uma variabilidade moderada nos números de rizomas Tipo C entre os diferentes tratamentos. Além disso, o erro padrão de 0,43 sugere que os resultados são relativamente consistentes.

O número de rizomas Tipo A por planta foi influenciado pela aplicação de adubos orgânicos, sendo os maiores valores observados nos tratamentos com 100% de esterco de peru e de frango. O uso da cama de peru (100%) proporcionou maiores valores de rizomas tipo B juntamente com o organomineral (50% de cama de frango + 50% de adubação mineral). Na produção de rizomas descartáveis (Tipo D) os maiores valores ocorreram com a aplicação do organomineral (50% cama de frango + 50% adubo mineral) e os adubos orgânicos cama de frango e cama de peru na quantidade de 100% (Tabela 4).

Tabela 4: Número de rizomas filho grande (Tipo A), número de rizomas filho médio (Tipo B) e número de rizomas filho descartável (Tipo D) por planta de açafrão cultivado sob o uso de diferentes tipos de adubos.

Tratamentos	Tipo A	Tipo B	Tipo D
Testemunha (Sem adubação)	1,91b	3,63b	12,82b
50% cama de frango + 50% adubação mineral	3,57b	5,04a	19,00a
50% cama de peru + 50 % adubação mineral	2,25b	3,82b	15,22b
100% Cama de frango	4,85a	4,47b	19,29a
100% Cama de peru	5,13a	5,88a	20,50a
100% Adubação mineral	2,53b	4,13b	12,13b
Erro padrão	0,50	0,46	2,17
CV (%)	29,95	20,69	26,31

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela acima verifica-se que o uso dos adubos orgânicos propiciou a produção de um maior número de rizomas grandes por planta. Essa informação é importante uma vez que no comércio os consumidores preferem rizomas de maior tamanho, como também, a produção de rizomas maiores está associada com maiores produtividades.

Daneshmandi & Seyyedi (2019), também avaliaram o uso de fontes orgânicas na adubação do açafrão e verificaram que o esterco de frango comercial aumentou o número de rizomas filho grande por planta.

A adição de adubos orgânicos proporciona aumento das condições químicas, físicas e biológicas do solo

(HEREDIA ZARATE et al., 2004). No presente trabalho, o uso da adubação orgânica favoreceu o crescimento das plantas de açafrão (figura 2) demonstrando seu efeito sobre os atributos do solo. Maiores alturas de plantas representam maior desenvolvimento dos pecíolos. Segundo Heredia Zarate et al. (2004) pecíolos mais desenvolvidos favorecem uma maior translocação dos fotossintatos acumulados nos mesmos para o crescimento e aumento de massa dos rizomas, explicando o maior número de rizomas filhos grandes quando as plantas foram adubadas com cama de frango e de peru.

Quando avaliada a massa de rizomas de açafrão, considerando as diversas classes, o resultado observado foi semelhante ao de número de rizomas por planta, ou seja, o uso de adubos orgânicos propiciou a produção de maior massa dos rizomas Tipo A, a cama de peru e o organomineral (cama de frango + adubo mineral) uma maior massa de rizomas Tipo B e os adubos orgânicos mais o organomineral (cama de frango + adubo mineral) uma maior massa de rizomas descartáveis (Tabela 5).

Para a avaliação da massa de rizoma mãe, não foram observadas diferenças

significativas entre os tratamentos. Os valores médios para o tratamento sem adubação foram de 9,06 t ha⁻¹. Os tratamentos combinados de 50% cama de frango + 50% adubação mineral e 50% cama de peru + 50% adubação mineral apresentaram médias de 13,41 t ha⁻¹ e 10,80 t ha⁻¹. No uso exclusivo de cama de frango e cama de peru a produção foi de 13,23 t ha⁻¹ e 15,07 t ha⁻¹, enquanto a adubação mineral resultou em uma média de 11,84 t ha⁻¹ para a massa de rizomas mãe. O coeficiente de variação foi de 19,55%, e o desvio padrão encontrado foi de 1,20. Resultado semelhante foi observado para a massa de rizoma filho pequeno (Tipo C), sem diferença significativa e valores médios para o tratamento sem adubação de 5,47 t ha⁻¹, os tratamentos com organomineral de 50% cama de frango + 50% adubação mineral e 50% cama de peru + 50% adubação mineral com médias de 6,10 t ha⁻¹ e 6,66 t ha⁻¹. Os tratamentos com a cama de frango e cama de peru a produção foi de 6,50 t ha⁻¹ e 5,57 t ha⁻¹. Para a adubação mineral foi verificado uma média de 6,41 t ha⁻¹ para a massa de rizomas Tipo C. A análise de variância resultou no desvio padrão de 0,37 e coeficiente de variação de 13,83%.

Tabela 5: Massa de rizomas filho grande (Tipo A), massa de rizomas filho médio (Tipo B), e massa de rizomas filho descartável (Tipo D) expresso em (t ha⁻¹) sob o uso de diferentes tipos de adubos.

Tratamentos	Tipo A	Tipo B	Tipo D
Testemunha (Sem adubação)	3,95b	5,32b	3,14b
50% cama de frango + 50% adubação mineral	7,93b	7,44a	4,72a
50% cama de peru + 50 % adubação mineral	5,01b	5,72b	3,35b
100% Cama de frango	11,19a	6,48b	4,19a
100% Cama de peru	11,79a	8,68a	4,61a
100% Adubação mineral	5,76b	6,12b	3,74b
Erro padrão	1,22	0,67	0,37
CV (%)	32,02	20,28	18,86

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na cultura do mangarito (*Xanthosoma riedelianum*), Castro et al. (2017) verificaram que o uso da cama de frango base casca de arroz apresentou maior produção de rizomas comerciáveis, como também maior renda bruta e líquida. A produção de rizomas maiores com o uso de adubos orgânicos como a cama de frango pode estar relacionada com maiores teores de P, Ca, Mg e Fe neste material. Heid et al. (2015), observaram elevação do P, K e Mg

do solo após aplicação de cama de frango, ao avaliaram seu efeito na produção e comprimento de raízes comerciáveis de mandioca-salsa, que como o açafrão é uma tuberosa.

Na tabela 6 são apresentados os valores médios de produtividade total, produtividade comercial e massa fresca da parte aérea da planta por ocasião da colheita.

Tabela 6: Valores médios para produtividade total, produtividade comercial e massa fresca da parte aérea (MFPA) do açafrão cultivado com diferentes tipos de adubos.

Tratamentos	Produtividade Total (t ha ⁻¹)	Produtividade Comercial (t ha ⁻¹)	MFPA (t ha ⁻¹)
Testemunha (Sem adubação)	26,23b	14,03b	19,19b
50% cama de frango + 50% adubação mineral	38,74a	20,62a	25,91a
50% cama de peru + 50 % adubação mineral	30,73b	16,58b	20,97b
100% Cama de frango	40,76a	23,35a	27,97a
100% Cama de peru	44,9a	25,22a	30,44a
100% Adubação mineral	32,91b	17,33b	24,03b
Erro padrão	2,74	1,40	2,52
CV (%)	15,35	14,35	20,36

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Observam-se maiores produtividades comercial e total por ocasião da adubação do açafrão com organomineral (50% cama de frango + 50% adubação mineral), cama de frango e cama de peru. A produtividade total alcançada com o esterco de peru foi superior em 20% à obtida por Luzzi et al. (2019), quando do uso de rizomas médio no plantio, densidade de plantas semelhante à do presente trabalho e adubação realizada totalmente de forma mineral, conforme manual de calagem e adubação para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, demonstrando que o uso apenas da adubação orgânica pode suprir as exigências nutricionais do açafrão.

Dentre as fontes de adubos orgânicos utilizadas na adubação do açafrão merece destaque o uso da cama de peru. Sua aplicação não apresentou diferença

significativa em relação à cama de frango nem em relação ao organomineral (50% cama de frango + 50% adubação mineral), além disso apresentou-se superior ao uso da adubação mineral. Ribeiro et al. (2016) verificaram aumento da produtividade de colmos de cana de açúcar com o aumento das doses deste adubo. A maior produtividade de rizomas comerciais de açafrão pode estar relacionada com a capacidade que este material possui de aumentar os teores de fósforo, potássio e matéria orgânica do solo, além de aumentar a quantidade de poros e reduzir a densidade do solo (RIBEIRO et al., 2016).

Os maiores valores de massa fresca da parte aérea foram verificados nos tratamentos que apresentaram os maiores valores de produtividade comercial e total, demonstrando que a produtividade do

açafraão está associada com o desenvolvimento da parte aérea da planta.

No mangarito (*Xanthosoma riedelianum*), um outro exemplo de rizoma, Madeira et al. (2015) destacam que o acúmulo de nutrientes na parte aérea faz com que as plantas apresentem um grande desenvolvimento da área foliar. Conforme as condições climáticas do local ocorre a senescência da parte aérea e a translocação de nutrientes para a formação de rizomas, desta forma, plantas com maior desenvolvimento foliar possivelmente terão um maior desenvolvimento dos rizomas.

O presente estudo demonstra que para a região serrana do Espírito Santo o uso apenas de adubos orgânicos pode suprir as exigências nutricionais do açafraão. Dentre os adubos orgânicos, a cama de frango torna-se a mais recomendada uma vez que de acordo com os resultados obtidos ela poderá ser utilizada pura, como também misturada com adubo mineral na proporção de 50/50. Além disso trata-se de um material facilmente encontrado na região.

5 CONCLUSÃO

A adubação orgânica supre e exigência nutricional do Açafraão podendo ser dispensada a adubação mineral.

O uso da cama de peru, cama de frango, e o adubo organomineral composto por cama de frango e adubo mineral na mesma proporção aumenta a produtividade comercial do açafraão.

Para a Região Serrana do Espírito Santo recomenda-se o uso da cama de frango na adubação do açafraão pela grande quantidade deste material produzido.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo pelo apoio estrutural e financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P. **Caracterização de pigmentos da *Curcuma longa*, L., avaliação da atividade antimicrobiana, morfogênese in vitro na produção de curcuminóides e óleos essenciais.** 2006. 120 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ALONSO, J. **Tratado de fitofarmacos e nutracêuticos.** 1. ed. São Paulo: A C Farmacêutica, 2016. 1108p.

ASSIS, A. M; FARIA R. T; UNEMOTO, L. K; COLOMBO, L. A; LONE, A. B. Aclimatização de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*) em substratos à base de coco. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Londrina, v.31, n.1, p.43-47, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6621>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

BARTHOLO, F.A.F.; MOURA, C.J.; ALMEIDA, R.A. Processamento da cadeia produtiva do açafraão: um projeto de mudança de realidade e inclusão sócio-econômica dos produtores familiares de Mara Rosa – GO, **Revista UFG**, Goiânia 2017. v.7, n.1. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/revistaufg/artic/view/49101/24102>>. Acesso em: 23 mar. 2021.

BERNI, R.F.; CHAVES, F.C.M.; PINHEIRO, J.B.; VAZ, A.P.A. Produção de açafraão em função de acessos e do peso de rizomas-semente. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Campinas, v.16, n.3, p.765-770, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-084x/11_167>. Acesso em: 23 mar. 2021.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; MENDES, F.Q.; TAVARES, L.F. Speed Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.20, n.3, e327420312, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1984->

[70332020v20n3s46](#)>. Acesso em: 21 mar. 2021.

CASTRO, L.F.Q.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; TORALES, E.P.; LUQUI, L.L. Produtividade e rentabilidade do mangarito sob diferentes densidades de plantio e fontes de resíduo orgânico. **Revista scientia agrária**, Curitiba, v.18, n.3, p.107-115, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v18i3.50645>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

CAYE, V.A.H.; OLIAS, C.; DA SILVA, C.G.; DA LUZ, G.L.; LAJÚS, C.R. Propriedades qualitativas do açafão da terra manejado com fontes e doses de adubação. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v.8, n.20, p.1483-1502, 2021. Disponível em: <[https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)082014](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)082014)>. Acesso em: 21 mar. 2021.

CELESTRINO, R.B.; ALMEIDA, J.A.; SILVA, J.P.T.; LUPPI, A.S.; VIEIRA, S.C. Novos olhares para a produção sustentável na agricultura familiar: Avaliação da alface americana cultivada com diferentes tipos de adubações orgânicas. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**. São Paulo, v.3, n.1, p.66-87, 2017. Disponível em: <<https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/43>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

DANESHMANDI, M.S.; SEYYEDI, S.M. Disponibilidade de nutrientes e crescimento de cormos de açafão afetados por resíduos compostados de pistache e esterco comercial de aves em solo calcário. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v.50, n.12, p.1465-1475, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1626871>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

FARIAS, A.P.; ALBUQUERQUE, A.W.; FILHO, G.M.; REIS, L.S. Produtividade da *Heliconia psittacorum* X *Heliconia pathocircinada* cv. Golden Torch sob diferentes fontes de adubação orgânica.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.17, n.7, p.713-720, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000700004>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

FERREIRA, J.G.; SILVA, N.A.; VENTUROSO, L.R. Uso do fertilizante organomineral (fertpeixe) para adubação do feijão. **Saber Científico**. Porto Velho, v.9, n.1, p.112 – 120, 2020. Disponível em: <<http://revista.saolucas.edu.br/index.php/res/article/view/1324>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

GRANDI, T. S. M. Tratado das plantas medicinais: Mineiras, nativas e cultivadas. Belo Horizonte: **Adaequatio Estúdio**, 2014. 1204p.

HEID, D. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; TORALES, E. P.; CARNEVALI, T. O.; MARAFIGA, B. G. Produtividade agroecônômica de mandiocinha-salsa em resposta à adição de cama-de-frango no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.3, p.1835-1850, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p1835>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

HEREDIA ZARATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; JUNIOR, E.J.R.; SILVA, C.G. Forma de adição ao solo da cama-de-frangos de corte semidecomposta para produção de taro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.2, p.111-117, 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2334>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

LUZZI, D.S.; CAYE, V.A.H.; SORDI, A.; FIOREZI, K.; CERICATO, A.; KLEIN, C. Produtividade de açafão-da-terra (*curcuma longa* l.) submetida a densidades de plantio com diferentes tipos de rizomas. **Unoesc & Ciência**. Joaçaba, V. 10, n. 1, p. 51-58, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/20577>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

- MADEIRA, N.R.; BOTREL, N.; AMARO, G.B.; MELO, R.A.C. Mangarito: Sabor de tradição. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v.33, n.3, p.409-409, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000300023>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- PEREIRA, M.E.; VARANDA, L.D.; NAKASHIMA, G.T.; HANSTED, A.L.S.; SILVA, D.A.; TOMELERI, J.O.P.; BELINI, G.B.; YAMAJI, F.M. Caracterização da biomassa de cama de frango para fabricação de biochar. **Rev. Virtual Quim**. Niterói, v.11, n4. p.1330-1343, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20190092>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília- DF: AGIPLAN, 1977. 289p.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo: - 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA; INCAPER; CEDAGRO, 2007. 305 p.
- RIBEIRO, D.O.; CARBALLAL, M.R.; SILVA, A.J.; SANTOS, T.E.B.; FERREIRA, L.L.; CUNHA, F.F. Produtividade de cana-de-açúcar e atributos de solo em função da aplicação de cama de peru. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém, v.59, n.3, p. 259-264, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/rca.2215>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- SHAHBANDEH, M. Produção de açafrão mundial em 2019, pelo país líder. **Statística**. Agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/1135621/leading-saffron-producers-worldwide/>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- 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**, Brasília, v.22, n.1, p.61-65, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100012>>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- TRENTINI, H.; DOLL HOJO, E.T. Uso de adubação orgânica e mineral na produtividade de alface americana cv. Amélia. **Revista Cultivando o Saber**, Toledo, Edição Especial, p.83-90. Disponível em: <<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/972/893>>. Acesso em: 18 mar. 2021.