

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

PRODUTIVIDADE AGROECONOMICA E BROMATOLOGIA
DAS PLANTAS DE AÇAFRÃO DA TERRA EM FUNÇÃO DO
CULTIVO COM DIFERENTES NÚMEROS DE FILEIRAS E
DE AMONTOAS

SIDNEI AZEVEDO DE SOUZA

DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL
2019

**PRODUTIVIDADE AGROECONÔMICA E BROMATOLOGIA DAS
PLANTAS DE AÇAFRÃO DA TERRA EM FUNÇÃO DO CULTIVO
COM DIFERENTES NÚMEROS DE FILEIRAS E DE AMONTOAS**

SIDNEI AZEVEDO DE SOUZA

Orientador: PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE

Coorientadora: PROF.^a DRa. FARAYDE MATTA FAKHOURI

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S729p Souza, Sidnei Azevedo De

Produtividade agroeconômica e bromatologia das plantas de açafrão da terra em função do cultivo com diferentes números de fileiras e de amontoas: Características bromatológicas das plantas de açafrão da terra cultivadas com diferentes números de fileiras e de amontoas [recurso eletrônico] / Sidnei Azevedo De Souza. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate.

Coorientadora: Farayde Matta Fakhouri.

Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Curcuma longa, produção, composição, rentabilidade. 2. tratos culturais, custos de produção. 3. Curcuma longa, amido, curcumina, óleo essencial. I. Zárate, Néstor Antonio Heredia. II. Fakhouri, Farayde Matta. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

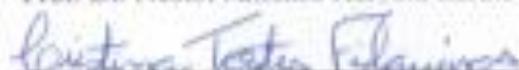
PRODUTIVIDADE AGROECONOMICA E BROMATOLOGIA
DAS PLANTAS DE AÇAFRÃO DA TERRA EM FUNÇÃO DO
CULTIVO COM DIFERENTES NÚMEROS DE FILEIRAS E
DE AMONTOAS

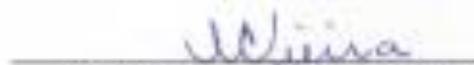
SIDNEI AZEVEDO DE SOUZA

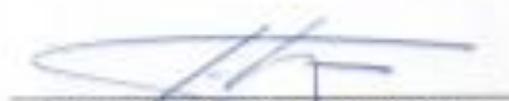
Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM AGRONOMIA

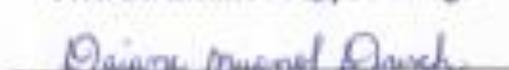
Aprovada em: 22/02/2019


Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate


Prof. Dra. Cristina Tostes Filgueiras


Prof. Dra. Maria do Carmo Vieira


Prof. Dr. Etenaldo Felipe Santiago


Prof. Dra. Baniatê Mugnol Dresch


Prof. Dr. Diego Menani Heid

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar presente em minha vida em todos os momentos. À vida e a todos que colaboram de alguma forma com meu processo de capacitação e com este trabalho.

À Universidade Federal da Grande Dourados e a Faculdade de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao professor Néstor Antonio Heredia Zárate, pelas orientações, lições de vida e amizade e à professora Farayde Matta Fakhouri pelas orientações recebidas.

Aos professores Antonio Carlos Tadeu Vitorino, Fabricio Pereira Fagundes e Luiz Carlos Ferreira de Souza que compuseram a Banca do Exame de Qualificação, agradeço pelos temas, sugestões e esclarecimentos e, em nome deles agradeço todos os demais professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia.

A todos os colegas alunos do programa de 2015 a 2018, pelo convívio, incentivo e amizade, cito alguns: Diego Menani Heid, Elissandra Pacito Torales, Lais Lima Luqui, Leandro Bassi Moreno, Marianne Abrão. Agradeço também a Andressa Cecília Almeida Bachega Casali, Giovana de Menezes Rodrigues, Luan Ramos da Silva, Priscilla Narcizo Justi e Thainá Stéphanie Martins de Freitas, colegas da Engenharia de Alimentos pelas precisas colaborações nas análises.

A Orivaldo Silva e Bruno Crispin, pela colaboração com as fotografias.

Aos técnicos administrativos e funcionários do Horto da Faculdade de Ciências Agrárias, pelo apoio administrativo, de laboratórios e de campo.

BIOGRAFIA

Sidnei Azevedo de Souza, nascido em 25 de junho de 1967, no Distrito de Panambi, município de Dourados–MS, filho de José Joaquim de Souza e Amelia Aparecida de Souza. Ingressou no Curso de Matemática no Campus de Dourados da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, no ano de 1987 e recebeu o título de Licenciado em Matemática em 1991. Desde 11/02/1994 é professor do curso de Matemática da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal da Grande Dourados.

Em março de 1996, ingressou no Programa de Pós-Graduação de Matemática, área de concentração álgebra não associativa, no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo–SP, recebeu o título de Mestre em Ciências em janeiro de 1999.

No mês de maio de 2015 ingressou no Programa de Doutorado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, na cidade de Dourados–MS, concluindo em 2019.

SUMÁRIO

PRODUTIVIDADE AGROECONÔMICA E BROMATOLOGIA DAS PLANTAS DE AÇAFRÃO DA TERRA EM FUNÇÃO DO CULTIVO COM DIFERENTES NÚMEROS DE FILEIRAS E DE AMONTOAS.....	vi
RESUMO GERAL	vi
AGROECONOMIC PRODUCTIVITY AND BROMATOLOGY OF THE TURMERIC PLANTS IN THE FUNCTION OF CULTIVATION WITH DIFFERENT NUMBERS OF ROWS AND HILLING	viii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO I	15
Produtividade e rentabilidade das plantas de açafrão da terra em função do cultivo em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas.....	15
RESUMO.....	15
Productivity and profitability of the turmeric plants due to the cultivation in flowerbeds with different numbers of rows and hilling	16
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1. Fatores em estudo.....	20
2.2. Condução do experimento.....	21
2.3. Avaliações agronômicas.....	23
2.3.1. Crescimento da parte aérea	23
2.3.2. Colheita.....	23
2.3.4. Custo de produção e rentabilidade.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1. Avaliações agronômicas.....	26
3.1.1. Crescimento da parte aérea	26
3.1.2. Colheita e Produtividade.....	30
3.2. Custos de Produção	34

3.3. Rentabilidade.....	37
4. CONCLUSÃO	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO II.....	43
Características bromatológicas das plantas de açafrão da terra cultivadas com diferentes números de fileiras e de amontoas	43
RESUMO.....	43
Bromatological characteristics of the turmeric plants due to cultivation with different numbers of rows and hilling	44
ABSTRACT.....	44
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1. Fase de campo e avaliações.....	49
2.2. Preparo da matéria prima para análises laboratoriais.....	50
2.3. Análises bromatológicas e caracterização dos diferentes componentes das plantas de açafrão da terra	50
2.3.1. Determinação de fibras, lipídios, proteína, umidade e cinzas dos componentes botânicos das plantas de açafrão da terra.....	50
2.3.2. Extração e rendimento do amido dos rizomas de açafrão da terra	51
2.4. Caracterização do amido extraído dos rizomas-filho	53
2.4.1. Propriedades visco-amilográficas	53
2.4.2. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	53
2.4.3. Microscopia Ótica (MO).....	53
2.4.4. Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC).....	54
2.4.5. Difractometria de raios X	54
2.4.6. Índice de solubilidade de água (ISA) e de absorção de água (IAA).....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
3.1 Produtividade das plantas de açafrão da terra	56
3.2 Análise bromatológica e caracterização da matéria prima.....	56
3.3. Rendimento e caracterização do amido dos rizomas de açafrão da terra.....	60
4. CONCLUSÕES	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

PRODUTIVIDADE AGROECONÔMICA E BROMATOLOGIA DAS PLANTAS DE AÇAFRÃO DA TERRA EM FUNÇÃO DO CULTIVO COM DIFERENTES NÚMEROS DE FILEIRAS E DE AMONTOAS

RESUMO GERAL

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Produtividade agroeconômica e bromatologia das plantas de açafrão da terra em função do cultivo com diferentes números de fileiras e de amontoas, Orientador: Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate.

O interesse socioeconômico pelo açafrão da terra ocorre principalmente devido as suas propriedades alimentícias e medicinais, como também pela sua forte pigmentação, que possibilita sua utilização como corante natural. Os objetivos dos estudos foram o de avaliar a produtividade e a rentabilidade das plantas de açafrão da terra, cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas e, realizar a caracterização bromatológica dos diferentes componentes da planta (folha, rizoma-mãe, rizoma-filho, raiz) e extrair e caracterizar o amido dos rizomas. No primeiro estudo foram cultivadas as plantas de açafrão da terra, na área do Horto de Plantas Medicinais – HPM, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, sob três e quatro fileiras de plantas no canteiro e com uma, duas ou sem amontoas, arrançados em esquema fatorial 2x3 no delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliadas as alturas das plantas, o diâmetro da base do pseudocaule e o número de folhas por plantas, bem como as produtividades (aos 266 dias após o plantio) de massas fresca e seca de folhas, de rizomas-mãe, de rizoma-filho e de raízes. Avaliou-se a viabilidade econômica da produção de rizomas-filho, por meio de estudos de custos de produção e rentabilidade por hectare. No segundo estudo foi realizada a caracterização bromatológica dos componentes (folha, rizoma-mãe, rizoma-filho, raiz) das plantas de açafrão da terra cultivadas sob três e quatro fileiras de plantas no canteiro com zero, uma e duas amontoas, arrançados em esquema fatorial 2x3x4. Avaliaram-se as potencialidades bromatológicas (fibras, lipídios, proteína, umidade, cinza) e a cor da matéria prima dos diferentes componentes da planta de açafrão da terra. Extraiu-se e caracterizou-se o amido dos rizomas-mãe e dos rizomas-filho e avaliou-se o percentual de rendimento comparando com a massa fresca de seus respectivos rizomas. No primeiro estudo observou-se que os maiores valores de altura (65,38 cm), de diâmetro do pseudocaule (8,51 cm) e do número de folhas (13,3) das plantas de açafrão da terra foram das cultivadas com três fileiras e uma amontoa, respectivamente aos 210, 263 e 192 dias após o plantio. A maior massa fresca (2,34 Mg ha⁻¹) e seca de folhas (0,52 Mg ha⁻¹) foram das plantas cultivadas com três fileiras. As maiores massas frescas e secas de rizoma-mãe (0,85 e 0,18 Mg ha⁻¹, respectivamente) e de rizoma-filho (4,72 e 0,91 Mg ha⁻¹, respectivamente) foram das plantas de açafrão da terra cultivadas com uma amontoa e, a massa fresca e seca de raízes apresentaram média geral respectiva de 0,60 e 0,17 Mg ha⁻¹. O menor custo de produção foi de R\$ 17.204,73 para as plantas cultivadas em canteiros com três fileiras e zero amontoa. A maior rentabilidade líquida foi de R\$ 19.252,27 quando se utilizou o tratamento três fileiras de plantas no canteiro e uma amontoa. No segundo estudo, o maior

teor de fibras (41,58%) foi observado nas raízes das plantas de açafrão da terra. Os maiores teores de lipídios (12,46%), de proteínas (14,63%) e de cinzas (13,80%) foram encontrados nas folhas de açafrão da terra. O amido extraído dos rizomas apresentou, por difratometria de raios X, grânulos com dois picos mais intensos nas regiões 2θ igual a 5 e 17 e a microscopia eletrônica de varredura mostrou grânulos ovalados, possuindo uma das extremidades pontiagudas. No primeiro estudo concluiu-se que o uso de diferentes números de fileiras no canteiro e diferentes números de amontoas influenciaram a produção de rizomas-filho das plantas de açafrão da terra e os maiores rendimentos em produtividade e rendas bruta e líquida foram obtidos nas plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com três fileiras e uma amontoa. No segundo estudo concluiu-se que o uso de diferentes números de fileiras no canteiro e diferentes números de amontoas no cultivo das plantas de açafrão da terra influenciaram a produção e a composição bromatológica nos seus diferentes componentes botânicos.

PALAVRAS-CHAVE: *Curcuma longa*, produção, composição, rentabilidade.

AGROECONOMIC PRODUCTIVITY AND BROMATOLOGY OF THE TUMERIC PLANTS IN THE FUNCTION OF CULTIVATION WITH DIFFERENT NUMBERS OF ROWS AND HILLING

ABSTRACT

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Agroeconomic productivity and bromatology of the tumeric plants in the function of cultivation with different numbers of rows and hilling, Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate.

The socioeconomic interest for the tumeric plants occurs mainly due to its alimentary and medicinal properties, as well as its strong pigmentation, that makes possible its use like natural dye. The objectives of the studies were to evaluate the productivity and profitability of the tumeric plants grown in the soil in flowerbed with different numbers of rows spacing and hilling, to perform the bromatological characterization of the different components of the plant (leaf, mother-rhizome, daughter-rhizome, root), and extract and characterize the starch of its rhizomes. In the first study, the tumeric plants were cultivated in the Horto of the Medicinal Plants - HPM, Federal University of Grande Dourados - UFGD, under three and four rows spacing of plants in the flowerbed and with zero, one and two hilling arranged in a 2x3 factorial scheme in a randomized complete block design with four replications. Plant height, pseudostem base diameter and number of leaves per plant, as well as yields (266 days after planting) of fresh and dry leaf masses of the mother rhizomes, daughter rhizome and roots. The economic viability of the production of rhizomes was evaluated by means of studies of production costs and yield per hectare. In the second study, the bromatological characterization of the components (leaf, mother rhizomes, daughter rhizome and root) of the tumeric plants cultivated under three and four rows spacing of plants in the zero, one and two hilling, factorial 2x3x4. The bromatological potential (fiber, lipids, protein, moisture, ash) and color of the raw material of the different components tumeric plants were evaluated. The starch of the mother rhizomes and the daughter rhizomes were extracted and characterized and the percentage of yield compared to the fresh mass of their respective rhizomes was evaluated. In the first study it was observed that the highest values for the height (65.38 cm), the diameter of pseudostem (8.51 cm) and the number of leaves (13.3) of tumeric plants were from the cultivated plants with three rows spacing and one hilling, at 210, 263 and 192 days after planting (DAP), respectively. The highest leaf fresh mass (2.34 Mg ha⁻¹) and leaf dry mass (0.52 Mg ha⁻¹) were from three row cultivated plants. The highest fresh and dry masses of mother rhizome (0.85 and 0.18 Mg ha⁻¹, respectively) and daughter rhizome (4.72 and 0.91 Mg ha⁻¹, respectively) were from tumeric plants cultivated with a hilling, and the fresh and dry mass of roots had a general

average of 0.60 and 0.17 Mg ha⁻¹, respectively. The lowest cost of production was R\$ 17,204.73 for plants grown in flowerbeds with three rows with zero hilling. The highest net profitability was R\$ 19,252.27 when the treatment was used three rows of plants in the plot and one hilling. In the second study, the highest fiber content (41.58%) was observed in the roots of the tumeric plants. The highest levels of lipids (12.46%), protein (14.63%) and ash (13.80%) were found in the tumeric leaves. The starch extracted from the rhizomes presented, by X-ray diffractometry, granules with two more intense peaks in regions 2 θ equal to 5 and 17 and the scanning electron microscopy showed oval granules, having one of the pointed ends. In the first study it was concluded that the use of different numbers of rows and different numbers of hilling influenced the production of rhizomes of the tumeric plants and the higher yields in gross and net productivity and incomes were obtained in the plants tumeric plants cultivated in flowerbeds with three rows and one hilling. In the second study it was concluded that the use of different numbers of rows and different numbers of hilling in the cultivation of the tumeric plants influenced the production and the composition bromatological in its different botanical components.

KEY WORDS: *Curcuma longa*, production, composition, profitability.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de hortaliças tem se apresentado como uma das atividades agrícolas com alto custo; porém, em compensação é uma atividade que possibilita a mais alta renda líquida, por hectare cultivado, sendo cada vez mais crescente, a participação das hortaliças no processo de agro industrialização, assegurando a definitiva inclusão das principais espécies no rol das mais importantes culturas no Brasil (VILELA e MACEDO, 2000).

O açafrão da terra ou cúrcuma (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) teve origem no sudeste da Ásia e subcontinente indiano (LIU e NAIR, 2012) e o interesse socioeconômico por essa espécie ocorre devido às suas propriedades alimentícias e medicinais, bem como pela sua forte pigmentação, que confere coloração amarelo-mostarda e possibilita sua utilização como corante natural (MAJOLO et al., 2014). É conhecido no mercado internacional por turmeric, sendo muito utilizado como corante, antioxidante ou aromatizante natural em indústrias alimentícias. Seus óleos essenciais apresentam excelentes qualidades técnicas e organolépticas (CARVALHO et al., 2001) que juntos favorecem sua utilização em diversos ramos da economia como na agricultura, perfumaria, medicina e indústria têxtil.

No Brasil as condições climáticas são favoráveis ao cultivo de cúrcuma e as produções de açafrão da terra em Goiás, Mato Grosso e São Paulo variam de 8 a 12 Mg ha⁻¹ de rizomas com 3,8% de teores médios de pigmentos curcumínicos (Oliveira et al., 1992). Segundo Milhomem e Teixeira (1999) e Muniz (2011), a maior região produtora está localizada no Centro-Oeste, porém é na Região Norte que o uso do açafrão da terra é mais difundido, sendo utilizado para dar cor amarelada ao arroz e à farinha de mandioca, apresentando grande importância socioeconômica para a agricultura familiar

As plantas do açafrão da terra são perenes, e podem atingir entre 1,20 e 1,50 m de altura, com longas ramificações laterais, cujas folhas e hastes florais saem dos rizomas-mãe, que são a parte utilizada e comercializada junto com os rizomas-filhos (ALMEIDA, 2012; BERNI et al., 2014). O rizoma-mãe é central e tem formato de um elipsoide e normalmente a partir dele crescem rizomas-filho laterais de formatos normalmente alongados, ricos em amido e nutrientes (CORREA, 1926).

As plantas são de fácil propagação devido a possibilidade do uso de pedaços dos rizomas que apresentam várias gemas. O plantio deve preferencialmente ser realizado em solo fértil e de fácil drenagem e após a aclimatação da planta ao ambiente, esta alastra-

se rapidamente, em função do rizoma principal emitir numerosos rizomas laterais (MAIA, 1991). O rendimento e qualidade da produção podem ser influenciados por diversos fatores e depende principalmente das características da variedade e do ambiente de cultivo. Fatores como tipo de solo, condições climáticas favoráveis, tratos culturais e densidade populacional adequada, podem fornecer condições para que as plantas produzam rizomas com boa uniformidade de comprimento e diâmetro (AGUIAR, 2003).

No cultivo de hortaliças são estudadas várias técnicas, e dentre elas destacam-se os estudos referentes a espaçamentos e/ou ao número de fileiras no canteiro, visando maximizar o número de plantas no ambiente de cultivo e ao mesmo tempo reduzir infestação de plantas daninhas, aumentando a cobertura e proteção do solo, bem como melhorar a eficiência no aproveitamento de insumos e recursos naturais disponíveis. Porém, o adensamento pode ocasionar elevada competição entre as plantas, independente da espécie (SILVA et al., 2011).

Há interações complexas quando se relacionam competições entre plantas e a interferência do ambiente de cultivo, pois estas estão diretamente relacionadas à disposição das plantas no ambiente de cultivo, à disponibilidade de recursos e às respostas morfofisiológicas que estas plantas apresentam em resposta à competição (PARK et al., 2003). As interferências promovidas por um indivíduo sobre o outro são determinadas por meio de estudos fisiológicos, que se encarregam de fornecer informações sobre a performance das plantas em relação a outras, principalmente em relação ao espaçamento de cultivo, tanto em relação a interferências causadas pelo sistema radicular como pela parte aérea das plantas (CASPER e JACKSON, 1997).

Dentre as técnicas de cultivo tem-se a amontoa, que consiste, de acordo com Fernandes et al. (2010), no procedimento em que o solo é movimentado e direcionado para a base ou coleto da planta, nos dois lados da fileira de plantas. O procedimento de amontoa faz com que ocorra a formação de um camalhão com altura que tem variações em função das espécies em cultivo. Além da formação do camalhão que protege às raízes e aos rizomas da exposição ao sol, esta operação tem por finalidade escarificar o solo, deixando-o mais leve e dessa maneira reduzindo a compactação superficial e subsuperficial em até 20 centímetros, conferindo uma menor resistência ao desenvolvimento e crescimento das raízes e rizomas e reduzindo rachaduras que aparecem no solo em decorrência do crescimento radicular (FILGUEIRA, 1999; HEREDIA ZÁRATE e VIEIRA, 2018).

A amontoa, também pode trazer vantagens com a formação de sulcos, que

permite a distribuição mais localizada e em profundidade de água ou pode escoar o excesso desta, na irrigação ou das chuvas; com a destruição da crosta superficial no solo que diminua ou impeça a infiltração da água, induzindo o aumento do sistema radicular absorvente; com o aumento da resistência ao tombamento e/ou à quebra dos caules, além de evitar a insolação direta nas raízes e caules comestíveis de algumas plantas. Dentre as desvantagens da amontoa pode-se relatar o corte de raízes superficiais e laterais ou dos caules, o que pode permitir infecções e conseqüentemente perda de produtividade e aumento do custo de produção da cultura (HEREDIA ZÁRATE e VIEIRA, 2018).

Além das questões relacionadas às técnicas de condução do cultivo, outros fatores como características nutricionais e de rentabilidade das culturas são importantes. Quanto as características nutricionais, os rizomas de açafrão da terra apresentam como principais compostos o amido (25 -70 %), a curcumina (2,5 – 8 %) e óleos essenciais (2 – 5 %) (HE et al., 1998; SCARTEZZINI e SPERONI, 2000). A extração de amido de açafrão da terra, ainda é considerada uma atividade secundária, contudo a grande concentração desse composto sugere alternativas de uso para o seu aproveitamento (LEONEL et al., 2003).

Segundo Borges et al. (2013), o produtor rural quando visualiza o produto oriundo de seu trabalho como algo lucrativo, passa a se interessar pelo conhecimento dos custos de produção de cada etapa do processo produtivo e, a contabilidade ou análise econômica proporciona esse conhecimento em todo o processo produtivo, e ainda elenca as diferenças entre os custos, podendo assim o produtor basear suas decisões em fundamentos mais precisos baseados em uma análise agroeconômica. Que consiste em realizar um levantamento dos custos de produção, e visa obter de forma mais detalhada os balanços e os resultados referentes a rentabilidade da produção, a fim de facilitar e ter controle do processo de tomada de decisões (SILVA e LINS, 2014).

No presente estudo foi considerado quatro componentes botânicos na planta de açafrão da terra: a folha (parte aérea), o rizoma-mãe, o rizoma-filho e a raiz. Sendo estes componentes botânicos utilizados na determinação de percentuais de fibras, de lipídios, de proteína, de umidade, de cinza e de cor.

Em função do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos números de fileiras e de amontoas na produtividade, na rentabilidade e nas características bromatológicas dos componentes das plantas de açafrão da terra e caracterizar o amido extraído dos rizomas-filho, quanto as suas propriedades térmicas, estruturais e morfológicas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita.** 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agronômico, Campinas–SP.

ALMEIDA, M. C. **Efeitos do processamento por radiação em espécies da família zingiberaceae: açafrão (*Curcuma longa* L.), gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) e zedoária (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe),** 2012. 122 f. Dissertação (Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo – SP.

BERNI, R. F.; CHAVES, F. C. M.; PINHEIRO, J. B.; VAZ, A. P. A. Produção de açafrão em função de acessos e do peso de rizomas-semente. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 765–770, 2014.

BORGES, A. P. M.; MAINARDI, A.; VELASQUEZ, M. D. P. Avaliação do custo de produção de arroz em pequenas propriedades rurais do Rio Grande do Sul: um estudo de caso. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 99–116, 2013.

CARVALHO, C. M.; SOUZA, R. J.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 330–335, 2001.

CASPER, B. B.; JACKSON, B. R. Plant competition underground. **Annual reviews Ecology Systemic**, Palo Alto, v. 28, n. 1, p. 545–570, 1997.

CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro. **Imprensa Nacional**, v. 1, n. 1, p. 21–22., 1926.

FERNANDES, A. M.; REIS, A.; CARVALHO, A. D. F.; BORTOLETTO, A. C.; PEREIRA, A. S.; LOPES, C. A.; NAVA, D. E.; HIRANO, E.; SUINAGO, F. A.; RODRIGUEZ, G. I. D.; SILVA, G. O.; PILON, L.; LIMA, M. F.; SORATTO, R. P.; MAROUELLI, W. A. **A cultura da batata.** 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/tratos-culturais>. Acesso em: 14 mar. 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. Práticas culturais adequadas em bataticultura. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 197, p. 34–41, 1999.

HE, X. G.; LIN, L. Z.; LIAN, L. Z.; LINDENMAIER, M. Liquid cromathography-electrospray mass spectrometric analysis of curcuminoids and sesquiterpenoids in tumeric (*Curcuma longa*). **Journal of Cromathography A**, Oxford, v. 888, n. 1, p. 127–132, 1998.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C. **Hortas: conhecimentos básicos.** 1ª ed. Dourados, MS: Seriem, 2018. 298 p.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. New starches for the food industry: *Curcuma longa* and *Curcuma zedoaria*. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 54, n. 1, p. 385-388, 2003.

LIU, Y.; NAIR, M. G. *Curcuma longa* and *Curcuma mangga* leaves exhibit functional food property. **Food Chemistry**, Michigan, v. 1, n. 135, p. 634-640, 2012.

MAIA, N. B. A curcuma como corante. In: SEMINÁRIO DE CORANTES NATURAIS, 2. **Anais**: Campinas, ITAL/UNICAMP, p. 65, 1991.

MAJOLO, C.; NASCIMENTO, V. P.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) frente a salmonelas entéricas isoladas de frango resfriado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 505-512, 2014.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 119-123, 2009.

MILHOMEM, A. V.; TEIXEIRA, S. M. A cultura do açafrão (*Curcuma longa* L.) em Goiás – contribuição para a sustentabilidade. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, n. 2, p. 81-87, 1999.

MUNIZ, E. A. **Avaliação de esterco na produção de açafrão da terra (*Curcuma longa* L.) no cerrado**. 2011. 34 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília-DF.

OLIVEIRA, V. P.; GHIRALDINI, J. E.; SACRAMENTO, C. K. O cultivo de plantas produtoras de corantes. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p. 232-237, 1992.

PARK, S. A.; BENJAMIN, R. L.; WATKINSON, A. R. The Theory and Application of Plant Competition Models: An Agronomic Perspective. **Ecology**, Washington, v. 22, n. 6, p. 741-748, 2003.

SILVA, G. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C.; ALVES, A. U. Espaçamentos entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 538-543, 2011.

SILVA, R. N. S.; LINS, L. S. **Gestão de custos: Contabilidade, controle e análise**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2014. E-book. Disponível em <https://www.univates.br/biblioteca/>: Acesso em: 17 jan. 2019.

SCARTEZZINI, P.; SPERONI, E. Review on some plants of indian traditional medicinal medicine with antioxidant. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 17, n. 1, p. 23-43, 2000.

VILELA, N. J.; MACEDO, M. M. C. Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 88-94, 2000.

CAPÍTULO I

Produtividade e rentabilidade das plantas de açafrão da terra em função do cultivo em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas

RESUMO

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Produtividade e rentabilidade das plantas de açafrão da terra em função do cultivo em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate.

Objetivou-se com este estudo avaliar a influência da densidade de plantas nos canteiros e do número de amontoas na produtividade e rentabilidade do cultivo de plantas de açafrão da terra. As plantas foram cultivadas, na área do Horto de Plantas Medicinais – HPM da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, sob três e quatro fileiras de plantas no canteiro e, zero, uma e duas amontoas, arranjados em esquema fatorial 2x3 no delineamento experimental de Blocos Casualizados com quatro repetições. Durante o ciclo de cultivo, mensurou-se a altura, o diâmetro da base do pseudocaule e número de folhas das plantas de açafrão da terra. Na colheita avaliou-se as massas fresca e seca das folhas, rizomas-mãe, rizomas-filho e raízes. Também se fez o levantamento dos custos de produção e das rendas bruta e líquida da produção. A altura das plantas de açafrão apresentou crescimento linear, com a maior altura de 65,38 cm observada aos 210 dias após o plantio (DAP) nas plantas cultivadas com três fileira e uma amontoa. O diâmetro de pseudocaule apresentou crescimento quadrático e observou-se o maior valor (8,51 cm) aos 263 DAP, nas plantas cultivadas com três fileiras e uma amontoa. O maior valor máximo de número de folhas (13,3) foi das plantas cultivadas no tratamento três fileiras de plantas e uma amontoa, aos 192 dias após o plantio. A maior massa fresca de folhas (2,34 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas em canteiros com três fileiras. As maiores massas frescas de rizoma-mãe (0,85 Mg ha⁻¹) e de rizoma-filho (4,72 Mg ha⁻¹) foram das plantas de açafrão da terra cultivadas com uma amontoa. A massa fresca de raízes não foi influenciada pelos fatores em estudo, apresentando uma média geral de 0,60 Mg ha⁻¹. A maior massa seca de folhas (0,52 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas com três fileiras. As maiores massas secas de rizoma-mãe (0,18 Mg ha⁻¹) e de rizoma-filho (0,91 Mg ha⁻¹) foram das plantas de açafrão da terra cultivadas com uma amontoa. A massa seca de raiz como não foi influenciada pelos fatores estudados, deteve média geral de 0,17 Mg ha⁻¹. O menor custo de produção foi de R\$ 17.204,73 para as plantas cultivadas em canteiros com três fileiras e zero amontoa. A maior rentabilidade líquida foi de R\$ 19.252,27 quando se utilizou o tratamento com três fileiras de plantas no canteiro e uma amontoa. Conclui-se que o uso de três fileiras no canteiro e uma amontoa proporcionou os maiores rendimentos em produtividade e rendas bruta e líquida das plantas de açafrão da terra cultivadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Curcuma longa*, tratos culturais, produção, custos de produção.

Productivity and profitability of the turmeric plants due to the cultivation in flowerbeds with different numbers of rows and hilling

ABSTRACT

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Productivity and profitability of the turmeric plants due to the cultivation in flowerbeds with different numbers of rows and hilling. Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate.

The objective of this study was to evaluate the influence of the density of plants on the flowerbeds and the number hillings in the productivity and profitability of the cultivation tumeric plants. The plants were cultivated in the Horto of the Medicinal Plants - HPM area of the Federal University of Grande Dourados - UFGD, under three and four rows of plants and zero, one and two hillings, arranged in a 2x3 factorial scheme in the experimental design of Randomized blocks with four replicates. During the cultivation cycle, the height, the diameter of the base of the pseudostem and the number of leaves of the tumeric plants were measured. The fresh and dry masses of the leaves, mother rhizomes, daughter rhizomes and roots were evaluated. Production and gross and net production revenues were also evaluate. The height of the tumeric plants presented linear growth in the graphic, with the highest height of 65.38 cm observed at 210 days after planting (DAP) in plants grown with three rows and one hilling. The diameter of pseudostem showed quadratic growth and the highest value (8.51 cm) was observed at 263 DAP, in plants grown with three rows and one hilling. The highest maximum number of leaves (13.3) was from the plants grown in the treatment three rows of plants and one hilling, at 192 days after planting. The highest fresh leaf mass (2.34 Mg ha⁻¹) was from the plants grown in beds with three rows. The highest fresh mother rhizome (0.85 Mg ha⁻¹) and daughter rhizome (4.72 Mg ha⁻¹) fresh masses were from tumeric plants cultivated with a hilling. The fresh root mass was not influenced by the factors under study, with a general average of 0.60 Mg ha⁻¹. The highest dry leaf mass (0.52 Mg ha⁻¹) was from the three-row cultivated plants. The largest dry masses of rhizome (0.18 Mg ha⁻¹) and daughter rhizome (0.91 Mg ha⁻¹) were the tumeric plants cultivated with a hilling. The dry root mass as was not influenced by the studied factors, had an overall mean of 0.17 Mg ha⁻¹. The lowest cost of production was R\$ 17,204.73 for plants grown in flowerbeds with three rows and zero hilling. The highest net profitability was R\$ 19,252.27 when the treatment was used three rows of plants in the plot and one hilling. It is concluded that the use of three rows in the plot and one hilling gave the highest yields in gross and net yields and incomes of cultivated tumeric plants.

KEY WORDS: *Curcuma longa*, cultivation, production, production costs.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Cúrcuma* (Zingiberaceae) é composto por mais de 80 espécies de plantas rizomatosas (POLICEGOUDRA e ARADHYA, 2008), no qual se destaca a *Curcuma longa* L. (açafão da terra, açafão da Índia, açafão, batatinha amarela, gengibre dourada, mangarataia) que é originária da Índia e da Ilha de Java, cujas plantas são cultivadas e seus rizomas amplamente consumidos em todo o território brasileiro. Em termos do uso, desde a antiguidade, os rizomas do açafão da terra vêm sendo utilizados nos mais diversos setores: têxtil, farmacêutico, alimentício (CECÍLIO FILHO et al., 2000; SINGH et al., 2003) e são considerados como excelente suplemento alimentar (LIU e NAIR, 2012).

O açafão da terra é conhecido no mercado internacional por turmeric, sendo muito utilizado como corante, antioxidante ou aromatizante natural em indústrias alimentícias e, seus óleos essenciais apresentam excelentes qualidades técnicas e organolépticas (CARVALHO et al., 2001), que juntos favorecem sua utilização em diversos ramos da economia como agricultura, perfumaria, medicina, indústria têxtil, entre outros.

As plantas de açafão da terra (Figura 1A) caracterizam-se por serem herbáceas e dependendo do trato cultural e clima, podem atingir altura de até 1,5 m, com pseudocaulis longos que constituem a parte aérea, e que se desenvolvem a partir do ápice dos seus rizomas-mãe. As folhas são os órgãos aéreos mais proeminentes da planta, apresentam-se em tufos, decíduas no inverno, laminares e cartáceas, de superfície marcadas pelas nervuras, de 25-45 cm de comprimento, com pecíolo envolvendo a haste, (CECÍLIO FILHO et al., 2000), quando amassadas, emanam aroma característico e suas flores (Figura 1B) são amareladas, longo-pedunculadas, com formato de espigas compridas e com brácteas côncavas verde-pálidas e, as superiores com uma mancha rósea (BERNI et al., 2014).

A planta de açafão da terra produz um rizoma-mãe central no formato de um elipsoide e normalmente a partir dele crescem rizomas-filho laterais de formatos normalmente alongados, ricos em amido, nutrientes, óleos essenciais (cineol, felandreno), pigmentos naturais, sendo uma parda, geralmente desprezada e outra amarela e resinosa, que é a curcumina, muito empregada na tinturaria e na alimentação humana (CORREA, 1926). O número de rizomas-filho laterais é variável e dependem de vários fatores e do trato cultural empregado (Figura 1C).

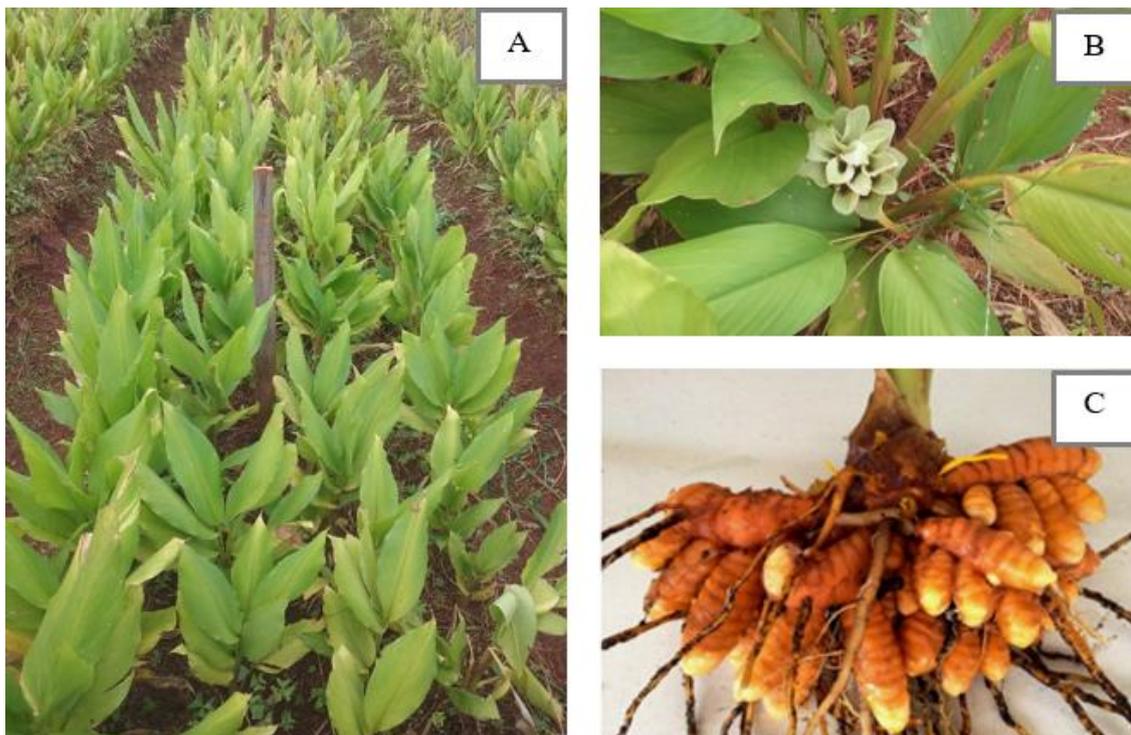


FIGURA 1: (A) Planta de açafrão da terra, (B) Planta de açafrão da terra em floração, (C) rizomas e raízes de açafrão da terra. Foto: Souza (2017).

No ano de 2014, a produção mundial de açafrão da terra atingiu 10.108.223,00 Mg sendo cultivada em 1.455.508,00 hectares, com rendimentos médios de 6,94 Mg ha⁻¹ (FAO, 2014). Milhomem e Teixeira (1999) destacam que embora a cultura tenha potencial para produzir até 50 Mg ha⁻¹ de rizomas *in natura*, na região de Mara Rosa – GO a média é de 16,5 Mg ha⁻¹.

O rendimento e a qualidade da produção podem ser influenciados por diversos fatores e depende principalmente das características da variedade e do ambiente de cultivo. Fatores como o tipo de solo, as condições climáticas favoráveis, os tratamentos culturais empregados e a densidade populacional adequada, podem fornecer condições para que se tenha produção de raízes-tuberosas, bem como de rizomas, com melhores qualidades, em termos de comprimento, diâmetro e uniformidade (AGUIAR, 2003).

A densidade ideal de plantas por hectare é uma condição de extrema importância na determinação da produtividade dos rizomas das plantas de açafrão da terra, isso porque a competição por água, luz, CO₂, oxigênio e nutrientes minerais pode contribuir em maior ou menor grau no rendimento das diferentes espécies (HEREDIA ZÁRATE et al., 2008). A incidência de luz solar é um fator que pode influenciar diretamente o crescimento das plantas, bem como o conteúdo e a composição dos

metabólitos secundários, além de propiciar alterações fisiológicas (SIMÕES et al., 2007; TAIZ et al., 2017).

No Brasil, os espaçamentos de plantio do açafão da terra variam de 0,30 a 1,00 m entre fileiras e de 0,15 a 0,40 m entre plantas, sendo que, Pereira e Moreira (2009) recomendam que os rizomas sementes sejam colocados no solo a 4,0 cm de profundidade e espaçados de 0,20 m entre plantas em fileiras distanciadas de 0,40 m, utilizando-se apenas um rizoma por cova, com peso médio de 5 g.

Outro trato cultural que pode influenciar a produção de órgãos de reserva subterrâneos é o uso da amontoa, com o qual se procura movimentar terra para cobrir parte da base do caule e/ou da raiz de uma planta (HEREDIA ZÁRATE e VIEIRA, 2018), sendo valorizada e considerada como atividade necessária para otimizar tecnologias e obter altas produtividades (PECHE FILHO, 2004).

O aprimoramento das técnicas de produção e manejo sustentáveis são etapas importantes, assim como o acompanhamento dos custos envolvidos no processo produtivo, para se conhecer a participação relativa dos componentes do custo operacional efetivo, que refletem nos custos variáveis (HELMICH, 2010). Também, é importante conhecer a estrutura dos custos fixos, ou gastos indiretos, representados pelos custos e encargos administrativos como forma de detalhar a remuneração atribuída a fatores de produção, sem os quais o cálculo da lucratividade fica prejudicado (MELO et al., 2009).

Em função do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento, a produtividade e a rentabilidade das plantas de açafão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com plantas de açafrão da terra, na área do Laboratório Didático-Científico, de Produção e de Pós-colheita de Plantas Medicinais – HPM da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados–MS, de setembro de 2016 a junho de 2017. A área experimental situa-se nas coordenadas de 22°11'47"S e 54°56'06"W e altitude de 430 m. O clima da região é classificado como do tipo Am, segundo Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), sendo as precipitações anuais maiores que 1.500 mm e o mês mais seco, com precipitação menor que 60 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018). Os dados climáticos registrados durante o período do experimento foram: somatório de 1.110,70 mm de precipitação de chuvas e das temperaturas médias máximas (30,06°C) e mínimas (18,04°C), conforme apresentados na Figura 2.

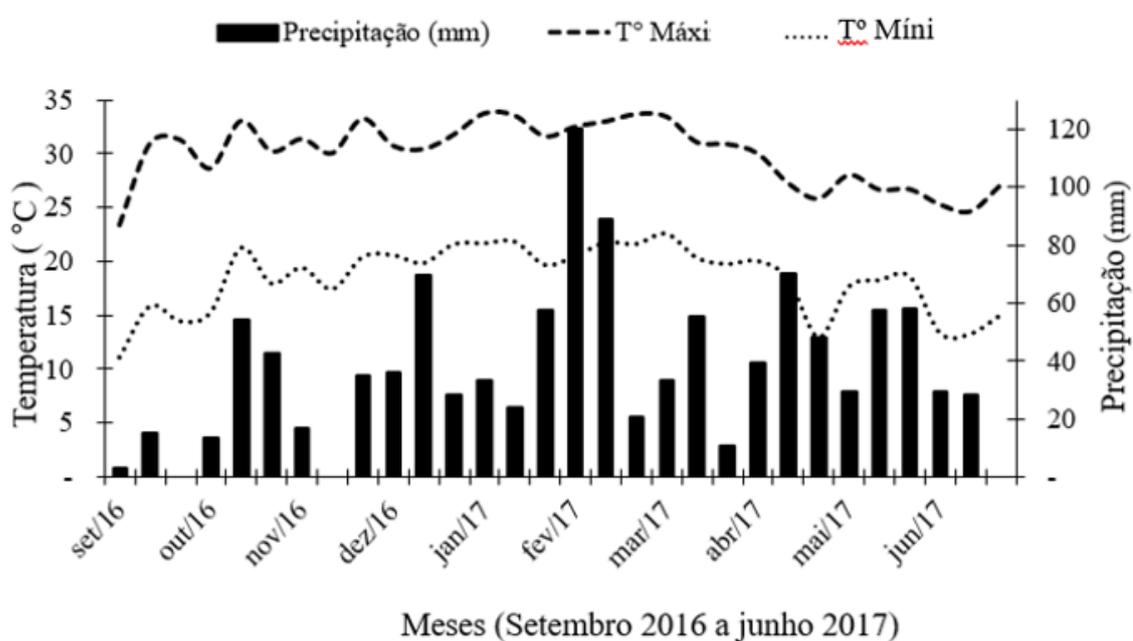


FIGURA 2. Temperaturas máximas e mínimas (médias por decêndio) e precipitação total (somatória por decêndio) na época de desenvolvimento do experimento, no período de setembro de 2016 a maio de 2017. UFGD, Dourados–MS, 2016–2017.

2.1. Fatores em estudo

Os fatores em estudo foram número de fileiras no canteiro (três e quatro) e número de amontoas (zero, uma e duas). Os tratamentos foram arranjados no esquema

fatorial 2x3, no delineamento experimental blocos casualizados com quatro repetições. As plantas nas fileiras foram espaçadas em 0,20 m, independentemente do número de fileiras por canteiro. Os espaçamentos entre fileiras no canteiro foram de 0,33 e 0,25 m, para três e quatro fileiras no canteiro, respectivamente, perfazendo populações de 99.000 e 132.000 plantas por hectare. As parcelas possuíam área total de 4,2 m² (1,5 m de largura x 2,8 m de comprimento) e área útil de 2,8 m² (1,0 m de largura x 2,8 m de comprimento).

O trato cultural amontoa foi realizado aos 60 (sessenta) dias após o plantio nas parcelas correspondentes a uma amontoa e aos 60 (sessenta) e 90 (noventa) dias após o plantio nas parcelas correspondentes a duas amontoas.

2.2. Condução do experimento

O terreno foi preparado com uma aração e uma gradagem. Posteriormente, incorporou-se ao solo calcário dolomítico, na dose de 2 Mg ha⁻¹, com o objetivo de elevar a saturação de base (V%) para 60%. Posteriormente os canteiros foram levantados com o auxílio de um rotoencanteirador e os atributos químicos do solo da área experimental estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Atributos químicos de amostras do solo, coletadas na área experimental, antes do plantio e aos 270 dias após o plantio. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

pH		P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	H ₂ O	(mg/dm ³)	(cmol _c /dm ³)							%
Antes do plantio										
4,69	5,44	16,80	0,32	0,12	2,15	1,16	5,43	3,63	9,06	40,10
Após o plantio										
5,35	6,01	19,80	0,42	0,00	3,69	0,84	3,29	4,94	8,24	60,00

Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade de Solos da FCA/UFGD; SB - Soma de bases; V% - Saturação por bases.

Os propágulos (rizomas sementes) do açafraão da terra foram formados por rizomas-filho inteiros, obtidos de material remanescente de experimento conduzido no ano anterior, na área do Laboratório HPM/FCA/UFGD. Os rizomas foram classificados visualmente em quatro classes por semelhança de tamanhos e mensurados o diâmetro e o comprimento (mm) e determinadas as suas massas médias em gramas (Figura 3).

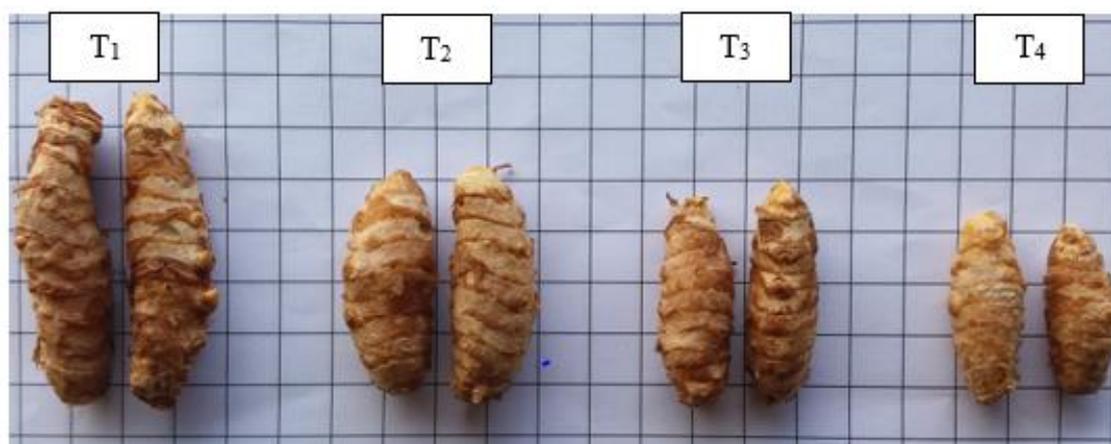


FIGURA 3. Classes C1, C2, C3 e C4, classificação por semelhança de comprimentos dos propágulos (rizomas sementes). UFGD, Dourados–MS, 2016. Foto: Souza (2016).

Posteriormente, classe foi sorteada para conhecer a posição de alocação nos blocos (canteiro) (Tabela 2) seguindo o princípio de blocos casualizados: não interessava a desuniformidade entre blocos o que interessa é a uniformidade dentro dos blocos (FILGUEIRA, 2008). Para o plantio das mudas propágulos do açafraão da terra foram abertos sulcos de 0,05 m de largura por 0,05 m de profundidade e posterior colocação dos propágulos na posição horizontal.

TABELA 2. Diâmetro, comprimento e massa fresca de diferentes classes e tamanhos de propágulos sementes de açafraão da terra plantadas em canteiros. UFGD, Dourados–MS, 2016/2017.

Canteiro	Classes	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	MF (g)
I	C2	13,45	33,69	4,35
II	C4	10,48	20,04	2,02
III	C1	15,27	46,84	6,87
IV	C3	11,07	23,18	2,46
Média geral (\bar{x})		13,02	36,03	3,94

MF – Massa fresca. Souza (2016).

Durante o ciclo de cultivo foram realizadas irrigações utilizando-se o sistema de aspersão, com turnos de rega a cada dois dias até os 120 dias após o plantio (DAP) e, posteriormente, duas vezes por semana até a colheita, que ocorreu aos 266 DAP. A vegetação espontânea foi controlada realizando-se capinas com enxada entre canteiros e manualmente dentro dos canteiros, quando as plantas infestantes se apresentavam com \pm 5,0 cm de altura. As amontoas foram realizadas com enxada, aos 60 e 90 DAP, nas parcelas correspondentes. Não houve necessidade de controlar pragas ou fitopatógenos.

2.3. Avaliações agronômicas

2.3.1. Crescimento da parte aérea

No período de crescimento das plantas, entre 60 e 210 dias após o plantio (DAP), e a cada 30 dias, foram avaliadas as alturas das plantas, mensuradas desde o nível do solo até o ápice da folha mais alta; o diâmetro do pseudocaulo na altura do coleto da planta, aferido com paquímetro digital e avaliado o número de folhas por planta, contando o número de folhas que se apresentavam totalmente abertas.

Os dados de altura de plantas, diâmetro na altura do pseudocaulo e número de folhas, em função das épocas de avaliação, foram submetidos à análise de variância e quando detectadas significâncias pelo teste F, a 5% de probabilidade, foram submetidos à análise de regressão, usando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

2.3.2. Colheita

A colheita das plantas de açafrão da terra foi realizada aos 266 dias após o plantio (DAP), quando as folhas apresentavam amarelecimento com sintomas de senescência e mais de 50% da parte aérea estavam acamadas (HEREDIA ZÁRATE et al., 2012). Foram colhidas as plantas contidas em 1,4 m² de área útil de cada parcela e avaliadas as massas frescas e secas da parte aérea (hastes, folhas e flores), das raízes, dos rizomas-filho e dos rizomas-mãe (Figura 4).



FIGURA 4. Características dos componentes morfológicos das plantas de açafrão da terra: parte aérea em processo de senescência (A), rizomas-mãe (B) e rizomas-filho (C). UFGD, Dourados–MS, 2016–2017. Fotos: Souza (2017).

Os materiais vegetativos colhidos foram lavados e aferidos seus pesos para obtenção da massa fresca e posteriormente foram cortados em pedaços pequenos (Figura 5) e colocados em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C ± 5°C, até

alcançar massa constante, quando se procedeu à pesagem para obtenção da massa seca correspondente.



FIGURA 5. Preparo dos componentes morfológicos (rizomas-filho) das plantas de açafrão da terra para determinação da massa seca. UFGD, Dourados–MS, 2016–2017. Foto: Souza (2017).

Os dados de colheita foram submetidos à análise de variância e, quando se detectou significância pelo teste F, aplicaram-se os testes de t de Student e de Tukey, a 5% de probabilidade, usando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

2.3.4. Custo de produção e rentabilidade

Para calcular os custos de produção de uma hectare de plantas de açafrão da terra foram realizadas adaptações nas tabelas citadas por Heredia Zárata et al. (2012), ao estudarem a produção agroeconômica de taro em função do número de amontoas e das tabelas citadas por Heid et al. (2015), ao estudarem produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa em resposta à adição ao solo de cama de frango.

Para determinar o custo dos propágulos, foram calculadas as quantidades de rizomas utilizadas para as populações em estudo, correspondentes ao número de fileiras no canteiro e 0,20 m entre plantas na fileira, com acréscimo de 5% de rizomas para substituir possíveis perdas no campo na fase de brotação e emergência. O número total de propágulos para cada população foi multiplicado pela massa média (3,94 g) dos rizomas utilizados para o plantio e posteriormente pelo valor de compra dos rizomas (R\$ 5,00 kg⁻¹) (HEREDIA ZÁRATE et al., 2013; CASTRO et al., 2017).

O calcário dolomítico usado no preparo do solo para o cultivo das plantas de açafrão da terra foi estimado ao custo de R\$ 46,00 a megagrama e frete de R\$ 60,00 a megagrama, colocado em Dourados–MS.

Para determinar o custo da mão de obra foi considerado a quantidade de dias/homem gastos para a realização de cada etapa do trabalho e multiplicado pelo valor

de diária pago em Dourados-MS para a mão de obra temporária no valor de R\$ 70,00, na época de condução do experimento, considerando que todo o processo de preparo das propágulos sementes, do plantio e da colheita (arranquio, separação e limpeza do material) foi feito manualmente.

O custo com maquinários, trator e bomba de irrigação, foi efetuado pelo registro das horas utilizadas para a realização dos trabalhos necessários em cada operação e convertidos para hora/máquina por hectare e multiplicadas pelo valor de uso de cada maquinário (trator de baixa potência o valor de R\$ 60,00 h e bomba de irrigação de R\$10,00 h).

Os custos fixos foram determinados pela benfeitoria (30% do arrendamento mensal da terra multiplicado pelo ciclo da cultura, nove meses) e remuneração da terra (custos de arrendamento de terra de R\$ 150,00 ha/mês, multiplicado pelo tempo de cultivo de nove meses). Para determinar os outros custos foram considerados os imprevistos (10% da soma total 1) e a administração (5% da soma total 1).

Para calcular o custo dos juros, foi considerado o juro mensal FCO/Pequeno Agricultor (0,46%) (BANCO DO BRASIL, 2018) em relação a soma dos custos variáveis, custos fixos e outros custos (soma total 2), posteriormente, multiplicou-se pelo tempo de arrendamento da terra, 9 meses.

Para estimar a renda bruta utilizou-se a produção de massa fresca dos rizomas-filho de cada tratamento, multiplicado pelo valor de R\$ 7,00 por quilograma, que correspondeu a 60% do valor médio dos preços (R\$ 9,00; R\$ 11,00; R\$ 15,00) averiguados na comercialização de açafrão da terra no comércio local de Dourados-MS, no período de setembro a dezembro de 2017, cuja média de mercado foi de R\$ 11,67 por quilograma. A renda líquida foi determinada pela renda bruta menos os custos de produção por hectare cultivado, para cada tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliações agronômicas

3.1.1. Crescimento da parte aérea

A altura de plantas e o número de folhas das plantas de açafrão da terra foram influenciadas significativamente pela interação tripla dos fatores em estudo (épocas de avaliação, número de fileiras e amontoas). O diâmetro de pseudocaule foi influenciado significativamente pelas interações entre amontoas e número de fileiras e, por épocas de avaliação e número de fileiras (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo das Análises de Variâncias para altura de plantas, diâmetro de pseudocaule e número de folhas de plantas de açafrão da terra cultivados em canteiros com diferentes números de fileiras e amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

F.V.	G. L.	QUADRADO MÉDIO		
		Altura (cm)	Diâmetro(cm)	Nº de folhas
Amontoa	2	170,6942	218,5716	9,2517*
Fileiras	1	89,0959	6,3095	1,8119
Amontoa x fileiras	2	12,5807	12,0696*	1,5451
Repetição	3	876,1282	63,6897	24,4617
Erro (a)	15	26,2975	0,8036	0,8745
Época	5	6.742,1013	206,8513	130,0076
Época x fileiras	5	1,2918	3,3273*	0,1887
Época x amontoa	10	0,3187	0,2382	0,2571
Época x fileiras x amontoa	10	1,2997*	0,3878	0,2618*
Resíduo	90	0,4088	0,3192	0,1382
Média	–	40,51	6,96	5,68
C. V. 1 (%)	–	12,66	12,88	16,46
C.V. 2 (%)	–	1,58	8,12	6,54

F.V. – Fonte de Variação; G.L. – Grau de Liberdade; C. V. – Coeficiente de variação; * Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As alturas das plantas de açafrão da terra apresentaram crescimentos lineares, sendo a maior altura observada aos 210 DAP (65,38 cm), nas plantas cultivadas com três fileiras e uma amontoa, superando em 5,10 cm à menor altura que foi das plantas cultivadas com quatro fileiras e sem o uso de amontoas aos 210 DAP (Figura 6).

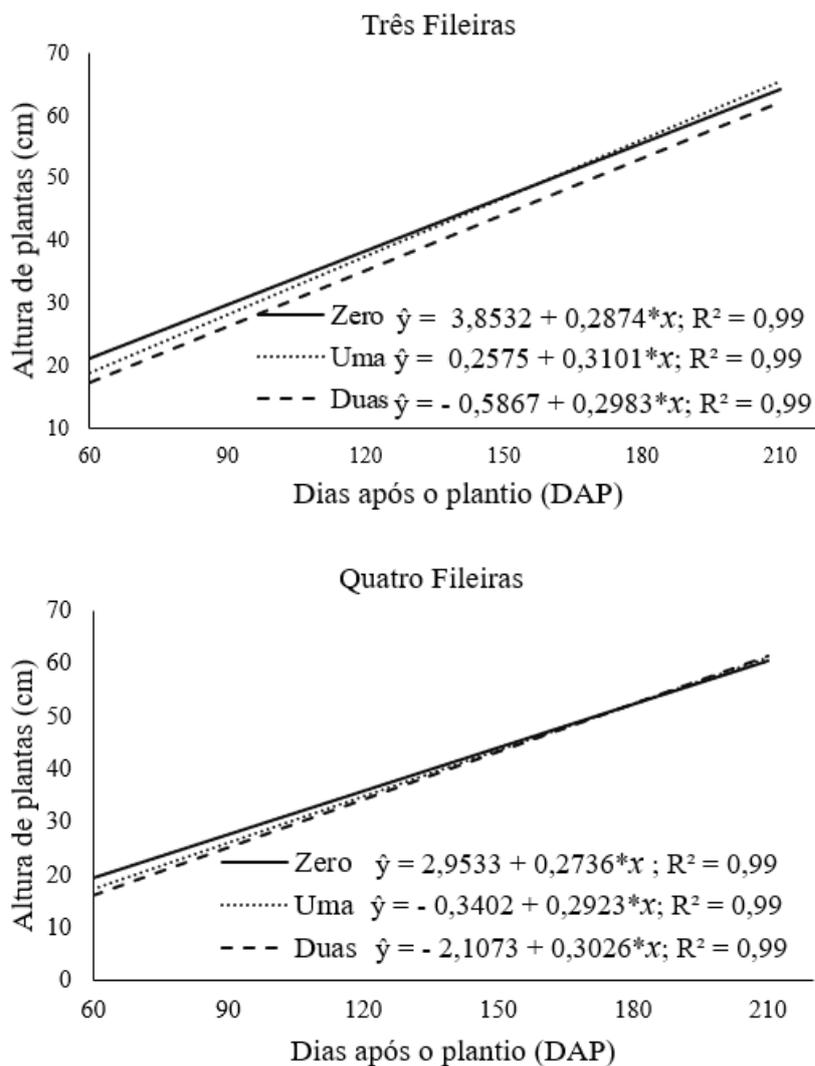


FIGURA 6. Altura de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras, de amontoas e de dias após o plantio (DAP). UFGD, Dourados–MS, 2016–2017.

O número de folhas das plantas de açafrão da terra apresentou curvas de crescimento quadráticas (Figura 7), sendo que o maior número foi observado nas plantas cultivadas com três fileiras de plantas e uma amontoa, aos 192 DAP (13,30), com aumento médio de 3,95 folhas em relação ao menor número (9,35) observado nas plantas que foram cultivadas com quatro fileiras e duas amontoas, aos 181 dias após o plantio.

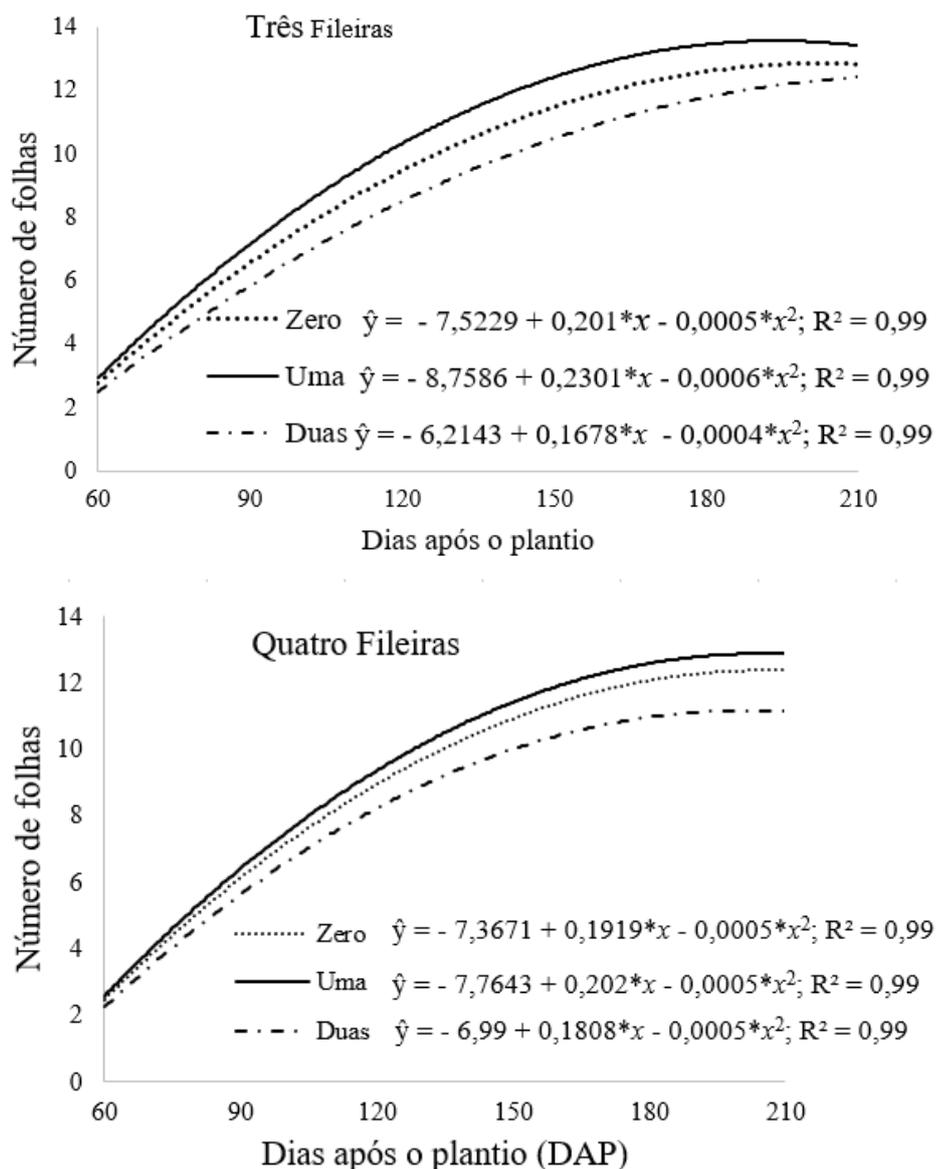


FIGURA 7. Número de folhas de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras, de amontoas e dias após o plantio. UFGD, Dourados–MS, 2016–2017.

Os diâmetros dos pseudocauls apresentaram curvas de crescimento quadrático (Figura 8), com o máximo valor observado (10,90 cm) aos 210 DAP nas plantas cultivadas com três fileiras, superando em 1,17 cm ao diâmetro das plantas cultivadas com quatro fileiras (9,73 cm), aos 210 DAP.

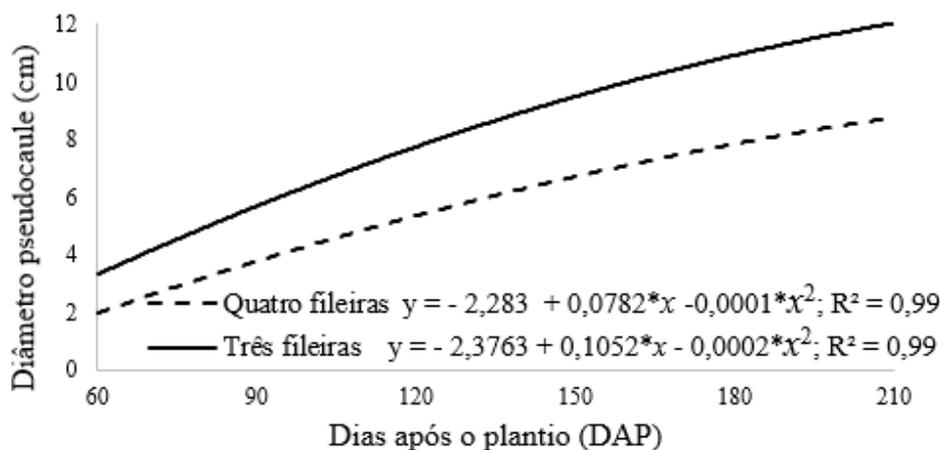


FIGURA 8. Diâmetro do pseudocaule de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras, em função dos dias após o plantio. UFGD, Dourados–MS, 2016–2017.

Ao relacionar número de fileiras e amontoas, o maior diâmetro de pseudocaule foi das plantas cultivadas com três fileiras e com uma amontoa (8,51 cm), superando em 3,61 cm às plantas cultivadas com quatro fileiras e duas amontoas (Tabela 4), que obteve o menor diâmetro.

TABELA 4. Diâmetro médio do pseudocaule de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados–MS, 2016/2017.

Fatores em Estudo	Diâmetro do pseudocaule (cm)		
	Zero amontoa	Uma amontoa	Duas amontoas
Três Fileiras	8,27 Aab	8,51 Aa	7,79 Ab
Quatro Fileiras	5,80 Bb	6,48 Ba	4,90 Bc
C.V. (%)	12,88		

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelos testes t e de Tukey, para número de fileiras e amontoas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Tanto para altura, quanto para diâmetro do pseudocaule e número de folhas, os resultados provavelmente foram influenciados pelas menores densidades de plantas por unidade de área, devido à maior área de exploração do solo pelas raízes e maior interceptação da radiação solar pelas folhas, o que deve ter reduzido a competição das plantas por água, luz e nutrientes e consequentemente, favorecendo assim a produção, uso e acúmulo de fotossintatos (STRECK et al., 2014; PAULUS et al., 2015; TAIZ et al., 2017).

3.1.2. Colheita e Produtividade

A massa fresca de folhas (parte aérea) de plantas de açafão da terra foi influenciada significativamente pelo fator isolado número de fileiras e as massas frescas de rizomas-mãe e de rizomas-filho foram influenciadas significativamente apenas pelo fator amontoa. A massa fresca de raiz não foi influenciada significativamente pelos fatores estudados, apresentando média geral de 0,60 Mg ha⁻¹ (Tabela 5).

TABELA 5. Resumo das Análises de Variância para massas frescas de folhas (MFF), rizoma-mãe (MFRM), rizoma-filho (MFRF) e raízes (MFR) de plantas de açafão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

F.V.	G.L.	MFF	MFRM	MFRF	MFR
Fileiras	1	2,1492*	0,0471	0,1839	0,0132
Amontoa	2	1,1780	0,1924*	5,3424*	0,1368
Fileiras x amontoa	2	0,4483	0,1241	1,4419	0,0591
Repetição	3	13,1707	1,3786	45,2476	0,5599
Resíduo	15	0,4452	0,0394	1,3318	0,0573
Média (Mg ha ⁻¹)	–	2,04	0,73	3,93	0,60
C.V. (%)	–	32,72	27,27	29,36	39,67

F.V. – Fonte de Variação; G.L. – Grau de Liberdade; *Efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A maior massa fresca de folhas (2,34 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas sob três fileiras, com aumento de 0,60 Mg ha⁻¹ (34,48%) em relação às plantas cultivadas sob quatro fileiras (Tabela 6). Provavelmente esse resultado pode ter ocorrido pelo fato de que as plantas cultivadas com três fileiras no canteiro tinham maior espaço para se desenvolver as folhas (parte aérea), ou seja, nesta situação a competição intraespecífica pode ter sido menor, proporcionando maior desenvolvimento da parte aérea. Resultados diferentes foram obtidos por Torales et al. (2014), que estudando duas, três e quatro fileiras em plantas de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* B.), espécie tuberosa, observaram maior produtividade de massa fresca de folhas (12,68 Mg ha⁻¹) quando utilizado quatro fileiras e atribuíram esse resultado ao aumento do número de plantas por área e não ao aumento da massa individual de cada planta.

TABELA 6. Massas frescas de folhas (MFF), de rizoma-mãe (MFRM), de rizoma-filho (MFRF) e de raiz (MFR) de plantas de açafraão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Número de amontoas	MFF (Mg ha⁻¹)	MFRM (Mg ha⁻¹)	MFRF (Mg ha⁻¹)	MFR (Mg ha⁻¹)
Zero	1,79 a	0,78 ab	3,98 ab	0,75 a
Uma	2,48 a	0,85 a	4,72 a	0,55 a
Duas	1,85 a	0,55 b	3,09 b	0,51 a
Número de Fileiras				
Três	2,34 a	0,77 a	4,02 a	0,58 a
Quatro	1,74 b	0,68 a	3,84 a	0,63 a
C.V. (%)	32,72	27,27	29,36	39,67

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para amontoa e t para fileiras, respectivamente, a 5% de probabilidade.

As maiores massas frescas de rizomas-mãe (0,85 Mg ha⁻¹) e de rizomas-filho (4,72 Mg ha⁻¹) foram das plantas de açafraão da terra cultivadas com uma amontoa, com aumentos de 0,30 e 1,63 Mg ha⁻¹, respectivamente, em relação às plantas cultivadas com duas amontoas, que apresentaram os menores valores (0,55 e 3,09 Mg ha⁻¹, respectivamente). Esses resultados podem ser devidos ao fato de no processo de realização da amontoa, há a formação de um sulco e a destruição da crosta superficial do solo, o que possibilita melhor absorção de água e nutrientes pelas plantas (HEREDIA ZÁRATE e VIEIRA, 2018) e conseqüentemente pode induzir maiores produtividades, como foi observado quando se utilizou uma amontoa, além do que aumentou a área (volume) de solo para desenvolvimento de órgãos subterrâneo. Porém, na realização da segunda amontoa, pode ter ocorrido o corte de raízes superficiais e laterais, fazendo com que as plantas fossem estressadas/danificadas e conseqüentemente afetando o processo de absorção de água e de nutrientes e assim induzindo a diminuição do crescimento da planta e conseqüentemente diminuindo sua produção.

Para as massas secas, observou-se a mesma tendência de efeitos das massas frescas em que a massa seca de folhas (MSF) foi influenciada apenas pelo fator número de fileiras e as massas secas de rizoma-mãe (MSRM) e de rizoma-filho (MSRF) foram influenciados pelo fator amontoas. A massa seca de raiz (MSR) não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados, apresentando média geral de 0,17 Mg ha⁻¹ (Tabela 7).

TABELA 7. Resumo das Análises de Variância para massas secas de folhas (MSF), de rizoma-mãe (MSRM), de rizoma-filho (MSRF) e de raízes (MSR) de plantas de açafrão cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

F.V.	G.L.	MSF	MSRM	MSRF	MSR
Fileiras	1	0,1061*	0,0022	0,0068	0,0011
Amontoa	2	0,0585	0,0089*	0,1995*	0,0114
Fileiras x amontoa	2	0,0223	0,0058	0,0539	0,0049
Repetição	3	0,6531	0,0637	1,6902	0,0462
Resíduo	15	0,0221	0,0018	0,0498	0,0047
Média (Mg ha ⁻¹)	–	0,45	0,16	0,76	0,17
C.V. (%)	–	32,71	27,22	29,37	39,64

F.V. – Fonte de Variação; G.L. – Grau de Liberdade; * Efeito significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

As massas secas dos componentes das plantas de açafrão da terra que foram avaliadas seguiram a mesma tendência das massas frescas (Tabela 6). A maior massa seca de folhas (0,52 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas com três fileiras tendo aumento de 0,13 Mg ha⁻¹ (33,33%) em relação às plantas cultivadas com quatro fileiras (Tabela 8). Resultado diferente foi obtido por Moreno et al. (2017) que, estudando plantas de araruta (*Maranta arundinacea*), cultivadas com populações de 99.000; 79.200; 65.934 e 56.430 plantas por hectare, obtiveram a maior produtividade de massa seca de folhas (4,05 Mg ha⁻¹) no cultivo com a maior população de plantas, que atribuíram esse valor ao maior número de plantas por área.

TABELA 8. Massas secas de folhas (MSF), de rizomas-mãe (MSRM), de rizomas-filho (MSRF) e de raiz (MSR) de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Número de amontoas	MSF (Mg ha ⁻¹)	MSRM (Mg ha ⁻¹)	MSRF (Mg ha ⁻¹)	MSR (Mg ha ⁻¹)
Zero	0,40 a	0,17 ab	0,77 ab	0,22 a
Uma	0,55 a	0,18 a	0,91 a	0,16 a
Duas	0,41 a	0,12 b	0,60 b	0,15 a
Número de fileiras				
Três	0,52 a	0,17 a	0,78 a	0,17 a
Quatro	0,39 b	0,15 a	0,74 a	0,18 a
C.V. (%)	32,71	27,22	29,37	39,64

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey para amontoa e t para fileiras, respectivamente, a 5% de probabilidade.

As maiores massas secas dos rizomas-mãe (0,18 Mg ha⁻¹) e dos rizomas-filho (0,91 Mg ha⁻¹) foram das plantas de açafrão da terra cultivadas com uma amontoa, com aumentos respectivos de 0,06 e 0,31 Mg ha⁻¹, em relação às plantas cultivadas com duas

amontoas, que apresentaram os menores valores (0,12 e 0,60 Mg ha⁻¹, respectivamente). Esses valores estão seguindo a tendência de massa fresca tanto da parte aérea que são fontes quanto das subterrâneas que são drenos proporcionados pelo cultivo com uma amontoa. Moreno et al. (2017), estudando o efeito de amontoas (zero, uma e duas) em araruta, plantas também tuberosas e não convencionais, não encontraram efeitos significativos para amontoas, nas produções de massas frescas e secas de folhas, de raízes e de rizomas, comportando-se como um fator neutro.

O diâmetro e o comprimento dos rizomas-filho foram influenciados significativamente pela interação dos fatores estudados. O diâmetro e o comprimento de rizomas-mãe não foram influenciados pelos fatores em estudo, apresentando média geral de 1,93 e 3,52 cm, respectivamente (Tabela 9).

TABELA 9. Resumo das Análises de Variâncias para diâmetro e comprimento de rizomas-mãe (DRM e CRM) e de rizomas-filho (DRF e CRF) de plantas de açafrao da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

F.V.	G.L.	DRM	CRM	DRF	CRF
Fileiras	1	0,0197	0,0022	0,0004	0,1385
Amontoa	2	0,0090	0,2037	0,0086	0,4737
Fileiras x amontoa	2	0,0961	0,1721	0,0207*	0,4293*
Repetição	3	0,3964	0,4879	0,1011	1,7690
Resíduo	15	0,0500	0,2854	0,0044	0,1107
Média (cm)	–	1,93	3,52	1,32	4,08
C.V. (%)	–	11,61	15,19	5,05	8,16

F.V. – Fonte de Variação; G.L. – Grau de Liberdade; * Efeito significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

O maior diâmetro de coleto (1,36 cm) foi para as plantas cultivadas com três fileiras e zero e uma amontoa e, o menor (1,28 cm) foi para as plantas cultivadas com quatro fileiras e uma amontoa (Tabela 10). O uso de uma amontoa propiciou que as plantas cultivadas com três fileiras apresentassem o maior comprimento de rizomas-filho (4,60 cm).

TABELA 10. Diâmetro e comprimento de rizomas-filho de plantas de açafrão da terra cultivados em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Fatores em Estudo	Diâmetro rizoma-filho (cm)		
	Zero amontoa	Uma amontoa	Duas amontoas
Três Fileiras	1,36 Aa	1,36 Aa	1,23 Bb
Quatro Fileiras	1,34 Aa	1,28 Aa	1,35 Aa
C.V. (%)	5,05		
Comprimento de rizoma-filho (cm)			
Três Fileiras	4,10 Aab	4,60 Aa	3,76 Ab
Quatro Fileiras	3,75 Aa	4,12 Aa	4,14 Aa
C.V. (%)	8,16		

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelos testes t e de Tukey, para amontoas e número de fileiras, respectivamente, a 5% de probabilidade.

3.2. Custos de Produção

Os custos estimados para se cultivar um hectare de plantas de açafrão da terra em canteiros com três fileiras (Tabela 11) e quatro fileiras (Tabela 12) e com diferentes números de amontoas (zero, uma e duas) variaram em R\$ 4.757,63 entre o menor custo (R\$ 17.204,73), que correspondeu ao cultivo com três fileiras e zero amontoa e o maior custo (R\$ 21.962,36) para o cultivo com quatro fileiras e duas amontoas.

A despesa com insumos (propágulos semente e calcário) correspondeu a 13,13% (R\$ 2.259,80) do custo total quando as plantas de açafrão da terra foram cultivadas em canteiros com três fileiras e zero amontoa e com 13,40% (R\$ 2.942,40) quando as plantas foram cultivadas em canteiros, com quatro fileiras e duas amontoas.

O custo com mão de obra (preparo dos propágulos sementes, plantio, irrigação, amontoa, capinas e colheita) representou 51,26% (R\$ 8.820,00) do custo total de produção para o cultivo de açafrão com três fileiras e zero amontoa, que teve o menor custo. O cultivo com quatro fileiras e duas amontoas, teve o maior custo com a mão de obra representando 55,14% (R\$ 12.110,00) do custo total de produção. A diferença de custo na mão de obra está relacionada com a utilização de mais diárias (H/D) para o preparo dos propágulos sementes para o plantio de uma fileira a mais e para a realização de amontoas nos blocos correspondentes. Com isso, destacamos que o cultivo de açafrão da terra é um importante gerador de empregos no meio agrícola, por demandar mão de obra para a execução dos diferentes tratos culturais, nas diferentes fases da planta, tal como relatado por Heid et al., (2015) para a cultura da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* B.).

TABELA 11. Custo de produção de um hectare de plantas de açafrão da terra cultivado em canteiros com três fileiras e diferentes números de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Três fileiras / amontoa						
Composição de custo	zero amontoa		uma amontoa		duas amontoa	
1. Custos Variáveis	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)
Insumos						
Rizomas sementes	409,56	2.047,80	409,56	2.047,80	409,56	2.047,80
Calcário + frete	2.000	212,00	2.000	212,00	2.000	212,00
Soma		2.259,80		2.259,80		2.259,80
Mão de obra						
Preparo de propágulos	18 H/D	1.260,00	18 H/D	1.260,00	18 H/D	1.260,00
Plantio	26 H/D	1.820,00	26 H/D	1.820,00	26 H/D	1.820,00
Irrigação	10 H/D	700,00	10 H/D	700,00	10 H/D	700,00
Capinas	20 H/D	1.400,00	20 H/D	1.400,00	20 H/D	1.400,00
Amontoa	-	-	6 H/D	420,00	12 H/D	840,00
Colheita	52 H/D	3.640,00	52 H/D	3.640,00	52 H/D	3.640,00
Soma		8.820,00		9.240,00		9.660,00
Maquinários						
Bomba de irrigação	80 h	800,00	80 h	800,00	80 h	800,00
Trator (preparo do solo)	8 h	480,00	8 h	480,00	8 h	480,00
Trator (colheita)	8 h	480,00	8 h	480,00	8 h	480,00
Soma		1.760,00		1.760,00		1.760,00
Subtotal 1 (ST1)		12.839,80		13.259,80		13.679,80
2. Custos Fixos						
Benfeitoria	9 meses	405,00	9 meses	405,00	9 meses	405,00
Remuneração da terra	1,0 ha	1.350,00	1,0 ha	1.350,00	1,0 ha	1.350,00
Subtotal 2 (ST2)		1.755,00		1.755,00		1.755,00
3. Outros custos						
Imprevistos (10% ST1)		1.283,98		1.325,98	--	1.367,98
ministração (5%ST1)		641,99		662,99		683,99
Subtotal 3 (ST3)	---	1.925,97	--	1.988,97	--	2.051,97
TOTAL		16.520,77		17.003,77		17.486,77
Juro mensal (0,46%)	9 meses	683,96		703,96		723,95
TOTAL GERAL		17.204,73		17.707,73		18.210,72

Adaptado de Heredia Zárate et al. (2012) e Heid et al. (2015). Preço pago ao produtor em 2017: R\$ 7,00 por quilo de rizomas de açafrão da terra. Custo da diária (H/D) R\$ 70,00. *Juros FCO/Pequeno agricultor (Banco do Brasil, 2018). H/D – Dias homem. Valor do dólar comercial: R\$ 3,8562.

TABELA 12. Custo de produção de um hectare de plantas de açafrão da terra cultivado em canteiros com quatro fileiras e números de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Quatro fileiras / amontoas						
Composição do custo	Zero amontoa		Uma amontoa		Duas amontoa	
	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)
1. Custos Variáveis						
Insumos						
Rizomas sementes	546,08	2.730,40	546,08	2.730,40	546,08	2.730,40
Calcário + frete	2.000	212,00	2.000	212,00	2.000	212,00
Soma		2.942,40		2.942,40		2.942,40
Mão de obra						
Preparo de propágulos	23 H/D	1.610,00	23 H/D	1.610,00	23 H/D	1.610,00
Plantio	35 H/D	2.450,00	35 H/D	2.450,00	35 H/D	2.450,00
Irrigação	10 H/D	700,00	10 H/D	700,00	10 H/D	700,00
Capinas	20 H/D	1.400,00	20 H/D	1.400,00	20 H/D	1.400,00
Amontoa	-	-	8 H/D	560,00	16 H/D	1.120,00
Colheita	69 H/D	4.830,00	69 H/D	4.830,00	69 H/D	4.830,00
Soma		10.990,00		11.550,00		12.110,00
Maquinários						
Bomba de irrigação	80 h	800,00	80 h	800,00	80 h	800,00
Trator preparo	8 h	480,00	8 h	480,00	8 h	480,00
Trator colheita	8 h	480,00	4 h	480,00	8 h	480,00
Soma		1.760,00		1.760,00		1.760,00
Subtotal 1 (ST1)		5.692,40		16.252,40		16.812,40
2. Custos Fixos						
Benfeitoria	9 meses	405,00	9 meses	405,00	9 meses	405,00
Remuneração da terra	01 ha	1.350,00	01 ha	1.350,00	01 ha	1.350,00
Subtotal 2 (ST2)		1.755,00		1.755,00		1.755,00
3. Outros custos						
Imprevistos (10% ST1)		1.569,24		1.625,24		1.681,24
Administração (5%ST1)		784,62		812,62		840,62
Subtotal 3 (ST3)	---	2.353,86	--	2.437,86	--	2.521,86
TOTAL		19.801,26		20.445,26		21.089,26
Juro mensal (0,46%)	9 meses	819,77		846,43		873,10
TOTAL GERAL		20.621,03		21.291,69		21.962,36

Adaptado de Heredia Zárate et al. (2012) e Heid et al. (2015). Preço pago ao produtor em 2017: R\$ 7,00 por quilo de rizomas de açafrão da terra. Custo da diária (H/D) R\$ 70,00. *Juros FCO/Pequeno agricultor (Banco do Brasil, 2018). H/D – Dias homem. Valor do dólar comercial: R\$ 3,8562.

Os custos com maquinários (horas de uso da bomba de irrigação e do trator para preparo do solo e para auxílio na colheita) totalizou o valor de R\$ 1.760,00, que correspondeu a 10,23% e 8,01%, respectivamente, para o menor custo no cultivo com três fileiras e zero amontoa e o maior custo que correspondeu às plantas cultivadas com quatro fileiras e duas amontoas.

Os custos variáveis foram compostos pelas somas dos custos com insumos, mão de obra e maquinários e representaram 74,63% (R\$ 12.839,80) do custo total de produção para o cultivo em canteiros com três fileiras e zero amontoa, sendo este o menor

custo de produção. Já, o maior custo variável foi para o cultivo em canteiros com quatro fileiras e duas amontoas que correspondeu a 76,55% (R\$ 16.812,40) com relação ao custo total de produção.

Os custos fixos (R\$ 1.755,00) corresponderam a 10,20% do custo total de produção para as plantas cultivadas com três fileiras e zero amontoas e de 7,99% para as plantas cultivadas com quatro fileiras e duas amontoas. Da mesma forma, os custos para imprevistos, administração e juros representaram sobre o menor e o maior custo de produção, respectivamente, 15,17% e 15,46% (2.609,93 e 3.394,96) do custo total de produção de um hectare de açafão da terra.

3.3. Rentabilidade

O cultivo de açafão da terra com três fileiras e uma amontoa obteve a maior produtividade comercial de 5,28 Mg ha⁻¹ e rendas bruta e líquida, respectivamente, (R\$ 36.960,00; R\$ 19.252,27) superando em 1,93 Mg ha⁻¹ e (R\$ 13.510,00; R\$ 17.764,63) respectivamente, aos valores obtidos no cultivo em canteiro com quatro fileiras e duas amontoas.

TABELA 13. Produção comercial, renda bruta, custo de produção e renda líquida de plantas de açafão da terra cultivados em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Fileiras	Amontoa	Produtividade Comercial (Mg ha ⁻¹)	Renda Bruta (R\$ ha ⁻¹)	Custo de Produção (R\$ ha ⁻¹)	Renda Líquida (R\$ ha ⁻¹)
Rizoma Filho					
Três	Zero	3,94	27.580,00	17.204,73	10.375,27
	Uma	5,28	36.960,00	17.707,73	19.252,27
	Duas	2,83	19.810,00	18.210,72	1.599,28
Quatro	Zero	4,02	28.140,00	20.621,03	7.518,97
	Uma	4,16	29.120,00	21.291,69	7.828,31
	Duas	3,35	23.450,00	21.962,36	1.487,64

Preço pago ao produtor: R\$ 7,00 por quilo de rizomas comerciais de açafão da terra *in natura*. Renda Líquida = (Renda Bruta – Custo de Produção).

Observa-se que a realização de amontoas é relevante no processo, pois a menor produção comercial em megagrama por hectare foi obtida quando se cultivou açafão da terra em canteiros com três fileiras e duas amontoas (2,83 Mg ha⁻¹), entretanto

a menor renda líquida foi obtida no cultivo de açafão da terra quando se utilizou quatro fileiras e duas amontoas (R\$ 1.487,64). Assim, considerando os valores de custos e de renda líquida para a produção de um hectare de açafão da terra, evidencia-se a necessidade de se estudar economicamente o uso de diferentes tratamentos culturais.

4. CONCLUSÃO

Considerando as produtividades e as rendas bruta e líquida conclui-se que foi melhor cultivar as plantas de açafrão da terra em canteiros com três fileiras e uma amontoa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agrônômico, Campinas–SP.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Germany, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BANCO DO BRASIL. **FCO/Rural Investimento Agropecuário**, 2018. Disponível em: <[https://bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agornegocios/agronegocio-produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/>. Acesso em: 19 nov. 2018.](https://bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agornegocios/agronegocio-produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/)
- BERNI, R. F.; CHAVES, F. C. M.; PINHEIRO, J. B.; VAZ, A. P. A. Produção de açafrão em função de acessos e do peso de rizomas-semente. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 765–770, 2014.
- CARVALHO, C. M.; SOUZA, R. J.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade da cúrcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 330–335, 2001.
- 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. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 107–115, 2017.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVAREZ, M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 171–175, 2000.
- CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro. **Imprensa Nacional**, v. 1, n. 1, p. 21–22., 1926.
- FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil: Um retrato multidimensional**. Relatório 2014. Brasília, agosto 2014. 87 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6>>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- HEID, D. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; TORALES, E. P.; CARNEVALI, T. O.; MARAFIGA, B. G. Produtividade agroecônômica de

mandioquinha-salsa em resposta à adição de cama-de-frango no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1835–1850, 2015.

HELMICH, M. **Número de fileiras no canteiro na produção e rentabilidade de quatro clones de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)**. 2010. 24 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados–MS.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C. **Hortas: conhecimentos básicos**. 1ª ed. Dourados, MS: Seriemá, 2018. 298 p.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; RESENDE, M. M.; VIEIRA, M. C.; TORALES, E. P.; FACCIN, F. C.; SALLES, N. A. Produtividade, renda e bromatologia dos taros Chinês e Macaquinho em resposta a formas de adição ao solo da cama-de-frango. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3321–3332, 2013.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; TABALDI, L. A.; GASSI, R. P.; KUSANO, A. M.; MAEDA, A. K. M. Produção agroeconômica de taro em função do número de amontoas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1673–1680, 2012.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; RECH, J.; GRACIANO, J. D.; GOMES, H. E.; PONTIM, B. C. A. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 397–401, 2008.

LIU, Y.; NAIR, M. G. *Curcuma longa* and *Curcuma mangga* leaves exhibit functional food property. **Elsevier**, v. 135, s/n, p. 634–640, 2012.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 119–123, 2009.

MILHOMEM, A. V.; TEIXEIRA, S. M. A cultura do açafrão (*Curcuma longa* L.) em Goiás – contribuição para a sustentabilidade. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, n. 2, p. 81–87, 1999.

MORENO, L. B.; TORALES, E. P.; HEID, D. M.; HEREDIA ZARATE, N. A.; ABRAO, M. S. Influence of plant density and hilling on yield and profitability of arrowroot. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 4, p. 465–471, 2017.

PAULUS, D.; VALMORBIDA R.; SANTIN A.; TOFFOLI E.; PAULUS E. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 91–100, 2015.

PEREIRA, R. C.; MOREIRA, M. R. **Cultivo de *Curcuma longa* L. (Açafrão-da-índia ou Cúrcuma)**. Comunicado Técnico 142, folheto, Embrapa, Fortaleza, 2009. 2 p.

PECHE FILHO, A. Amontoa antecipada: Uma operação importante no sistema planta forte – batata. **Batata Show: a revista da batata**, Itapetininga, n. 4, v. 6, 2004. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/site/wp-content/uploads/2016/06/Edicao-10.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

POLICEGOUDRA, R. S.; ARADHYA, S. M. Structure and biochemical properties of starch from an unconventional source – Mango ginger (*Curcuma amada* Roxb.) rhizome. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 22, s/n., p. 513–519, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Revista e ampliada, Brasília: Embrapa Solos, 2018. 590 p.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENZEL, E. P.; GOSMAM, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, 6ª ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. 1.104 p.

SINGH, G.; KAPOOR, I. P. S.; PANDEY, S. K.; SINGH, O. P. *Curcuma longa* – chemical, antifungal and antimicrobial investigations of rhizome oil. **Indian Perfumer**, New Delhi, v. 47, n. 2, p. 173–178, 2003.

STRECK N. A.; PINHEIRO D. G.; ZANON A. J.; GABRIEL L. F.; ROCHA T. S. M.; SOUZA A. T.; SILVA M. R. Effect of plant spacing on growth, development and yield of cassava in a subtropical environment. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 407-415, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TORALES, E. P.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GASSI.; SALLES, N. A.; PINTO, J. V. C. Influência da cama de frango e de espaçamentos entre plantas na produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 162–171, 2014.

CAPÍTULO II

Características bromatológicas das plantas de açafrão da terra cultivadas com diferentes números de fileiras e de amontoas

RESUMO

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Características bromatológicas das plantas de açafrão da terra cultivadas com diferentes números de fileiras e de amontoas. Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárata e Coorientadora: Farayde Matta Fakhouri.

O açafrão da terra contém diversos minerais e vitaminas, sendo muito utilizado em substituição a corantes sintéticos e como tempero, bem como seus subprodutos têm utilizações na produção de bebidas, gelatinas e sorvetes dentre outros. A análise bromatológica do açafrão pode fornecer a composição química, os valores alimentício e calórico, assim como as propriedades físicas, químicas e toxicológicas. O objetivo do estudo foi caracterizar bromatologicamente diferentes componentes botânicos das plantas de açafrão da terra (folha, rizoma-mãe, rizoma-filho e raiz) cultivadas com três e quatro fileiras e com diferentes amontoas e, caracterizar o amido extraído quanto as suas propriedades térmicas, estruturais e morfológicas. A fase de campo foi desenvolvida no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal da Grande Dourados. A colheita das plantas foi realizada aos 266 dias após o plantio e o arranjo experimental no laboratório foi em esquema fatorial 2 (três e quatro fileiras) x 3 (zero, uma e duas amontoas) x 4 (componentes: folha, rizoma-mãe, rizoma-filho, raiz), em blocos casualizados com quatro repetições. As características bromatológicas determinadas foram fibras, lipídios, proteína, umidade, cinza e cor da matéria prima dos componentes das plantas de açafrão da terra. O maior teor de fibras (41,58%) foi observado nas raízes das plantas de açafrão da terra. Os maiores teores de lipídios (12,46%), de proteínas (14,63%) e de cinzas (13,80%) foram encontrados nas folhas das plantas de açafrão da terra. O teor de umidade variou de 5,89% (folha) a 8,48% (rizoma-mãe). O uso de diferentes números de fileiras no canteiro e diferentes números de amontoas no cultivo das plantas de açafrão da terra influenciaram a produtividade e a composição bromatológica dos diferentes componentes botânicos. O amido extraído dos rizomas apresentou rendimento de 9.7%, ausência de impurezas, grânulos ovalados uma das extremidades pontiagudas, possuindo picos intensos em 2 theta 5,6; 14,4; 17,2; 22,2 e 24, podendo ser classificado como amido tipo B.

PALAVRAS-CHAVE: *Curcuma longa*, amido, curcumina, óleo essencial.

Bromatological characteristics of the turmeric plants due to cultivation with different numbers of rows and hilling

ABSTRACT

SOUZA, Sidnei Azevedo. Universidade Federal da Grande Dourados, fevereiro de 2019. Bromatological characteristics of the turmeric plants due to cultivation with different numbers of rows and hilling. Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárata e Coorientadora: Farayde Matta Fakhouri.

Tumeric plants contains several minerals and vitamins, being widely used as a substitute for synthetic dyes and as a seasoning, as well as its by-products have uses in the production of beverages, jellies and ice creams, among others. The tumeric analysis can provide chemical composition, food and caloric values, as well as physical, chemical and toxicological properties. The objective of the study was to characterize the bromatologically different botanical components of the tumeric plants (leaf, mother rhizome, daughter rhizome, and root) cultivated with three and four rows and with different hillings and, characterize the extracted starch as regards its thermal properties, structural and morphological. The field phase was developed in the Horto of the Medicinal Plants of the Federal University of Grande Dourados. The plants were harvested at 266 days after planting and the experimental arrangement in the laboratory was in factorial scheme 2 (three and four rows) x 3 (zero, one and two heaps) x 4 (components: leaf, mother rhizome, daughter rhizome, root), in randomized blocks with four replicates. The determined bromatological characteristics were fiber, lipids, protein, moisture, ash and color of the raw material components of the tumeric plants. The highest fiber content (41.58%) was observed in the roots of the tumeric plants. The highest levels of lipids (12.46%), protein (14.63%) and ashes (13.80%) were found in the leaves of the tumeric plants. The moisture content ranged from 5.89% (leaf) to 8.48% (mother rhizome). The use of different numbers of rows and different numbers of hillings in the cultivation of the tumeric plants influenced the productivity and the bromatological composition of the different botanical components. The starch extracted from the rhizomes presented yield of 9.7%, absence of impurities, oval granules one of the pointed ends, having intense peaks in 2 theta 5.6; 14.4; 17.2; 22,2 and 24 and can be classified as type B starch.

KEY WORDS: *Curcuma longa*, starch, curcumin, essential oil.

1. INTRODUÇÃO

O açafrão da terra (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) também conhecida popularmente no Brasil como açafrão, açafroeira, açafrão-da-Índia, batatinha amarela, gengibre dourado, mangarataia (MAIA et al., 1995; PINTÃO e SILVA, 2008) é classificado como hortaliça condimentar. A espécie é nativa da Ásia e da ilha de Java e é considerada como uma planta clássica da medicina, sendo muito utilizada como medicamento natural para prevenção de câncer, problemas digestivos, hepáticos, prevenção ao envelhecimento precoce, além de reduzir os níveis de colesterol devido à sua forte ação anti-inflamatória (SINDHU et al., 2011; LIU e NAIR, 2012; PRIYA et al., 2012).

Segundo Pintão e Silva (2008), a *Curcuma longa* ganhou destaque no ocidente, principalmente, por sua ação antioxidante na prevenção do câncer e é uma especiaria conhecida, cultivada e apreciada desde a antiguidade em toda a bacia mediterrânea, como matéria corante, aromatizante e medicinal; os egípcios a usaram como corante para pintar múmias e foi o primeiro corante a ser usado em Histologia, em 1714, por Van Leeuwenhoek; também foi usado em vários países para tingir tecidos, dar cor aos alimentos ou como calmante para a dentição infantil.

Com relação à importância econômica do cultivo do açafrão da terra cita-se que a Índia é o maior produtor, sendo responsável por cerca de 78% da produção de açafrão da terra do planeta e aproximadamente 60% da quota de exportação mundial (NGUYEN et al., 2013). No Brasil, a cultura foi introduzida no período colonial, porém com uma produção mais expressiva a partir da década de 60 (SIGRIST, 2009).

Berni et al. (2014) reportaram em seus estudos que o açafrão da terra é uma planta herbácea, que varia de 1,20 a 1,50 m de altura, com rizomas, central alongado e laterais arredondados, duros, com cor interna predominante alaranjada; suas folhas são grandes, com pecíolo compridos, oblíquo-nervadas. Seus rizomas armazenam amido, óleo essencial (composto de cineol e felandreno) e duas matérias tintoriais, sendo uma parda, geralmente desprezada e outra amarela e resinosa, que é a curcumina, muito empregada na tinturaria e na alimentação humana (CHAN et al., 2009), conferindo aos pratos em que é utilizado um sabor picante e uma cor amarelada. Segundo Goel et al. (2008) a curcumina pode ser obtida comercialmente, como mistura de três componentes, curcumina (CUR, 77%), desmetoxicurcumina (DMC, 17%) e bisdesmetoxicurcumina (BDMC, 3%).

As plantas de açafrão apresentam fácil cultivo, desenvolvendo-se bem em diversas condições tropicais, nas temperaturas de 20 a 30 °C, sob regime pluvial de até 1500 mm ou mais por ano ou sob irrigação (SCARTEZZINI e SPERONI, 2000) e o seu ciclo varia de sete a nove meses dependendo da temperatura em que for cultivado. Dentre os tratos culturais, Chitarra e Chitarra (2006) colocam que a densidade populacional é essencial para evitar reduções no rendimento e Heredia Zárata et al. (2008) acrescentam que a população de plantas tem efeito marcante sobre a produção e altura das plantas, já que a competição por água, luz, CO₂, oxigênio e nutrientes minerais, em plantios densos, pode contribuir para a redução da capacidade produtiva.

Cecílio Filho et al. (2000) ressaltam a importância da cúrcuma como opção aos produtores e para o segmento agroindustrial, mas, citam que para aumentar a utilização da matéria-prima, tem-se a necessidade de pesquisas de pós-colheita, armazenamento, processamento e uso. Isso porque, segundo Silva e Queiroz (2002) o valor nutricional e a boa qualidade dos alimentos estão relacionadas com sua composição química e são variáveis em função da época de colheita, tratos culturais, cuidados de conservação entre outros, e a análise bromatológica fornece informações dos alimentos, sejam elas de natureza orgânica ou inorgânica

A comercialização do açafrão da terra dá-se basicamente pelos rizomas e, são três os subprodutos do rizoma das plantas de açafrão. O primeiro subproduto é o pó ou farinha, que consiste em rizomas desidratados e moídos que mantém sua cor e aroma. O segundo é a oleoresina que é obtida da farinha dos rizomas por extração com solventes adequados e sua função principal é colorir alimentos e fornecer aroma condimentado a determinados alimentos, como em mostarda, maionese, massas e pickles (CHASSAGNEZ, 1997) e, apresenta teores de 30 a 40% de pigmentos expressos em curcumina e de óleo volátil entre 15 e 25%. O terceiro subproduto é o extrato de curcumina que é um corante sem aroma e sem sabor residual, utilizado para produção de bebidas, gelatinas, sorvetes (PEREIRA e STRINGHETA, 1998). Segundo Amin et al. (2010) os pigmentos naturais são usados não apenas como corantes alimentares, mas também como substâncias que promovem saúde e bem-estar prevenindo ou até curando doenças.

A curcumina, além de apresentar baixa toxicidade, é um composto polifenólico responsável pela coloração amarela e por conferir ação antioxidante; anti-inflamatória; destoxificação do fígado; proteção contra lesões hepáticas, formação de catarata, toxicidade pulmonar e fibrose e, finalmente, sua atividade anticâncer tem sido extensivamente investigada (ISLAM, 2004; CHAN et al., 2009; SCHOLZE, 2014).

Segundo Grasso et al. (2017), a curcumina tem seu modo de ação bem definido, podendo neutralizar radicais livres e ativar as enzimas antioxidantes do próprio organismo.

Atualmente não se tem no Brasil uma regulamentação que defina a quantidade específica de consumo do açafrão da terra para se obter os benefícios atribuídos a essa especiaria; no entanto, a Organização Mundial da Saúde (FAO, 2014) aprovou a cúrcuma e a curcumina como corantes em alimentos e estabeleceram como ingestão diárias de 0,1 a 2,5 mg/kg de peso corpóreo, respectivamente de curcumina e de farinha de açafrão. Stuppiello (2017) indica, para o uso doméstico que sejam utilizados diariamente uma ou duas rodela por dia do açafrão da terra *in natura* ou uma colher de chá (aproximadamente 5 gramas) da sua farinha.

Segundo Cecchi (2003), a análise de alimentos consiste em determinar um ou vários componentes específicos do alimento, como é o caso da determinação da composição centesimal. A determinação do componente é realizada pela medição de alguma propriedade física (massa, volume, absorção de radiação, medida do potencial elétrico, outras) ou por meio de análises químicas. Para Vicenzi (2008), a bromatologia se relaciona de alguma forma com o que é alimento para os seres humanos e tem ligação com o alimento desde a produção, coleta, transporte da matéria-prima, até sua venda ao natural ou industrializado, além de verificar se o alimento se enquadra nas especificações legais e se detecta, caso houver, a presença de adulterantes. Por isso, é importante conhecer técnicas e métodos que permitam determinar a composição centesimal dos alimentos, dentre eles, os percentuais de umidade, proteínas, lipídios, fibras e carboidratos.

Braga (2016) ao avaliar a qualidade físico-química e caracterizar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante da folha de açafrão da terra submetida a três métodos de secagem, concluiu que é uma boa fonte de proteínas, carboidratos, fibras e cinzas (resíduo mineral fixado) e apresenta teores consideráveis de Na, Mg, Ca, K, P e Mn, podendo contribuir para a ingestão diária de macronutrientes e micronutrientes. Segundo o mesmo autor, o consumo das folhas frescas ou secas é seguro, pois apresentaram baixos teores de nitrato e ausência de compostos cianogênicos em sua composição.

O aproveitamento das partes do açafrão pode ser total, inclusive os rizomas-mãe podem ser totalmente aproveitados para produção de amido, pois os rizomas do açafrão da terra apresentam como principais compostos o amido (25 – 70 %) sob base seca, a curcumina (2,5 – 8,0%) e o óleo essencial (2,0 – 5,0%) (SCARTEZZINI e

SPERONI, 2000). O amido é composto por duas macromoléculas: amilose, essencialmente linear e a amilopectina, altamente ramificada, cujas quantidades moleculares e sua organização dentro do grânulo estão diretamente ligadas com a funcionalidade do amido para processos tecnológicos da indústria de alimentos (PERONI, 2003). A quantidade e o tamanho do polímero no grânulo variam de acordo com a origem da planta, o que possibilita haver plantas com maior ou menor proporção de amilose/amilopectina dentro de uma mesma espécie.

Tharanathan (2002) e Tester et al. (2004), citam que podemos classificar os amidos quanto aos grânulos, sendo os de cadeias externas relativamente curtas das moléculas de amilopectina de cereais com menos de 20 unidades de glicose classificados como tipo A e, os com mais de 22 unidades de glicose classificados como tipo B. Por sua vez, o amido tipo C é considerado um intermediário entre os tipos A e B, sendo de forma geral característica de amido de legumes e sementes.

O amido de açafraão da terra vem sendo investigado e é caracterizado quanto a sua composição química com baixo teor de proteínas, lipídios e cinzas (menores que 2 %), teor de umidade (cerca de 10 %) e maior porcentagem de amilose (25 - 48 %) em relação à amilopectina. Possui alta tendência a retrogradação/gelificação, alta estabilidade sob agitação, alta viscosidade de pasta e como característica peculiar apresenta cor amarelo intensa, devido à presença de curcuminoides (LEONEL et al., 2003; PERONI, 2003; BRAGA et al., 2006). Pelas características apresentadas o amido de açafraão é viável para aplicação industrial, inclusive na indústria de alimentos (FERREIRA, 2014).

Em função do exposto, os objetivos do estudo foram o de realizar a caracterização bromatológica de componentes botânicos das plantas de açafraão da terra cultivadas a campo com diferentes números de fileiras e de amontoas e, caracterizar o amido extraído quanto as suas propriedades térmicas, estruturais e morfológicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fase de campo e avaliações

As plantas de açafraão da terra foram cultivadas entre setembro de 2016 e junho de 2017 no Horto de Plantas Medicinais (HPM) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS. A área está situada na latitude de 22°13'16"S, longitude de 54°17'01"W e com altitude de 430 m.

O clima da região é classificado como do tipo Am, segundo Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), sendo as precipitações médias anuais maiores que 1.500 mm e o mês mais seco, com precipitação menor que 60 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018).

No experimento de campo, o cultivo foi feito com três e quatro fileiras no canteiro, com zero, uma ou duas amontoas. Os tratamentos foram arranjados no esquema fatorial 2x3, no delineamento experimental blocos casualizados com quatro repetições. As plantas nas fileiras foram espaçadas em 0,20 m e os espaçamentos foram de 0,33 e 0,25 m, respectivamente, para três e quatro fileiras, correspondendo a populações de 99.000 e 132.000 de plantas por hectare. O trato cultural amontoa foi realizado aos 60 (sessenta) dias após o plantio nas parcelas correspondentes a uma amontoa e aos 60 (sessenta) e 90 (noventa) dias após o plantio nas parcelas correspondentes a duas amontoas. Na fase de análises em laboratório o arranjo experimental foi em esquema fatorial 2 (três e quatro fileiras) x 3 (zero, uma e duas amontoas) x 4 (componentes: folha, rizoma-mãe, rizoma-filho, raiz), em blocos casualizados com quatro repetições, quantificando o teor de fibras, lipídios, proteína, umidade, cinza, bem como a determinação de suas colorações.

A colheita dos rizomas foi realizada quando as plantas apresentavam mais de 50% de senescência foliar, o que ocorreu aos 266 dias após o plantio, momento em que foram avaliadas as massas frescas dos diferentes componentes das plantas, sendo eles: folhas, rizomas-mãe, rizomas-filho e raízes. Os dados de produtividade das massas em função dos tratamentos a campo foram mensurados e utilizou-se a média geral obtida em cada tratamento para as análises estatísticas dos teores de fibra, lipídio, proteína, umidade e cinza, dos diferentes componentes botânicos (dados convertidos em percentuais), e quando significativas pelo teste F a 5% de probabilidades, aplicou-se o teste Tukey para

amontoas e componentes e teste t (de Student) para fileiras, ambos ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

2.2. Preparo da matéria prima para análises laboratoriais

Após a colheita, os rizomas-filho foram separados dos rizomas-mãe e lavados em água corrente para tirar o excesso de terra para aferição das massas frescas dos componentes botânicos das plantas do açafrão da terra: folhas (F), rizoma-mãe (RM), rizoma-filho (RF) e raiz (R). Em torno de 200 g de todos os componentes e de cada unidade experimental foram separados e cortados em pedaços menores (Figura 1^a) com auxílio de faca de aço inoxidável, para obtenção da massa seca que foi utilização para as análises laboratoriais. Em seguida, o material foi colocado em estufa com circulação forçada de ar (Marconi, MA 037) a 40°C até obtenção de massa seca constante que, após serem pesadas, foram moídas em moinho de facas (Fortinox, STAR FT 50) (Figuras 1B, 1C, 1D e 1E) e armazenadas em sacos plásticos, à temperatura ambiente (25°C ± 1°C), para posterior realização das análises laboratoriais.

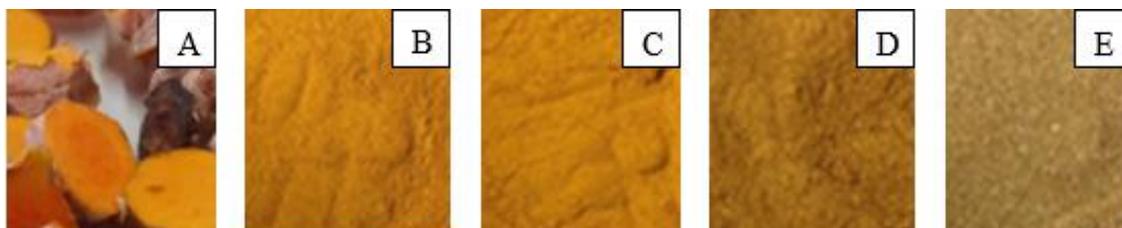


FIGURA 1. Imagens fotográficas: (A) rizomas-filho contados e das farinhas dos componentes botânicos (B) rizoma-mãe, (C) rizoma-filho, (D) raiz e (E) folha de plantas de açafrão da terra. UFGD, Dourados-MS, 2016-2017. Foto: Souza (2017).

2.3. Análises bromatológicas e caracterização dos diferentes componentes das plantas de açafrão da terra

2.3.1. Determinação de fibras, lipídios, proteína, umidade e cinzas dos componentes botânicos das plantas de açafrão da terra

Os ensaios de laboratórios para caracterização do açafrão da terra foram realizados na Faculdade de Engenharia/UFGD e na Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD. Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo que o teor de

umidade foi determinado pelo método gravimétrico em estufa com circulação forçada de ar (Nova Ética, 402/3N) a 105°C e cinzas por incineração em mufla (Novus, N1040) a 550°C, sendo utilizadas, para as duas determinações, 3 g de amostra e no tempo de 24 h conforme recomendação de IAL (2008), sendo os resultados expressos em porcentagens.

Para a determinação de lipídios utilizou-se o método a frio, utilizando-se 3 g de amostra e a extração foi feita em centrífuga (ITR, 24 BT) por 37 min e, logo após, as amostras foram secas em estufa a 70 °C até atingir peso constante (BRUM et al., 2009), sendo o resultado expresso em porcentagem de lipídios (BLIGH e DYER, 1959). O teor de proteína nas amostras foi avaliado pelo método micro Kjeldahl, em três etapas: digestão, aquecimento e titulação (KJELDAHL, 1883). O resultado foi multiplicado pelo fator de conversão utilizado para alimentos em geral (6,25) e expresso em porcentagem de proteína (AOAC, 2006). As fibras insolúveis foram determinadas em digestor de fibras semi-industrial utilizando 1 g de amostra e o teor de fibra foi calculado pela diferença de fibra bruta e respectiva cinzas (AOAC, 1995).

A cor foi avaliada pelo método instrumental em cinco pontos de cada amostra, utilizando-se um colorímetro digital CR 400 (Konica Minolta), com determinação dos valores L* (parâmetro de luminosidade), a* (parâmetro de variação da cor do verde ao vermelho) e b* (parâmetro de variação de cor da azul ao amarelo). Com valores de a* e b* calculou-se a saturação da cor ou cromaticidade (C*) (Equação E₁). Foi realizado o cálculo de diferença de cor (ΔE) a partir dos dados obtidos, considerando os componentes da planta de açafrão da terra (Equação E₂),

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \text{ (E}_1\text{)} \text{ e } \Delta E = \sqrt{(a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2 + (L_2^* - L_1^*)^2} \text{ (E}_2\text{)}.$$

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença (Fração Nifext), ou seja, $100 - \{\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ fibra}\}$ (ANVISA, 2003).

2.3.2. Extração e rendimento do amido dos rizomas de açafrão da terra

A extração do amido foi feita separadamente de rizomas-filho e de rizomas-mãe do material oriundo de todos os tratamentos da fase de campo, devidamente misturados. Os rizomas-mãe e rizomas-filho foram colocados em um triturador marca Philco 430w e processados juntamente com água destilada até obtenção de uma pasta homogênea. A pasta formada foi peneirada sucessivamente, com peneiras de 10 e 40 mesh e por último, o material que passou pelas peneiras anteriores foi filtrado em peneira filtro

(mesh 100) marca Milkan (Figura 2) para a separação do resíduo/amido, sendo que o amido sai juntamente com a água. Em média, foram utilizados 5 litros de água destilada para cada quilograma de rizomas de açafraão da terra triturado.



FIGURA 2. Imagem fotográfica da peneira filtro. UFGD, Dourados–MS, 2016–2017. Foto: Souza (2017).

A água com o amido foi colocada em baldes de plástico para a sua decantação overnight em câmara fria à temperatura de $7\pm 2^{\circ}\text{C}$. Após 12h, quando ocorreu a sedimentação, foi retirada a água sobrenadante para a separação do amido. Em seguida, o amido foi colocado para secar em estufas de circulação de ar (Marconi) a 40°C por cinco horas. Após este processo, o amido seco foi refinado em moinho de facas tipo Willye (Star FT50 Fortinox). O resíduo lavado foi colocado em estufa com renovação e circulação forçada de ar (MA 037, Marconi), para secar, a 50°C por quatro horas.

Para a determinação do rendimento de extração, pesaram-se os rizomas após a seleção e o amido obtido após a secagem, sendo o rendimento calculado pela equação E3.

Rendimento da extração em percentual = $\frac{M_{fs}}{M_{mp}} \times 100$ (E3), em que, M_{fs} é a massa do amido seco (g) e M_{mp} é a massa da matéria prima *in natura* (g).

2.4. Caracterização do amido extraído dos rizomas-filho

Devido a não existência de equipamentos específicos e dificuldades de agendas em laboratórios externos, optou-se em fazer algumas análises apenas do amido extraído dos rizomas-filho das plantas de açafrão da terra e essas análises foram realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada no Rio de Janeiro-RJ.

2.4.1. Propriedades visco-amilográficas

A viscosidade da pasta foi avaliada segundo o método AACC (1982). Para avaliação das propriedades de pasta do amido foram determinados os parâmetros de temperatura inicial da pasta, viscosidade máxima, temperatura de viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, viscosidade final, quebra (“*shear thinning*”) e tendência à retrogradação (“*set back*”), com um viscosímetro Rapid Visco Analyser (RVA), localizado na Embrapa Agroindustria de Alimentos (Ctaa, Rio de Janeiro, RJ) em que se mensurou as propriedades viscosas do amido.

2.4.2. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A morfologia da superfície foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando-se um microscópio Jeol (JMS–T330, Tokyo, Japan) operado a 10 kV.

2.4.3. Microscopia Ótica (MO)

As amostras de amido (de rizoma-mãe e de rizoma-filho) foram colocadas em lâminas de vidro e diluídas com água destilada. Após este procedimento, foram analisadas quanto à forma dos grânulos em microscópio óptico (Accu–scope, 3002) com lente objetiva com resolução de 40 e 100x e, lente ocular 10x, acoplado com uma câmera, o qual utilizou o software Micrometrics SE Premium 4, para capturar e selecionar imagens de cada amostra, e que possibilitasse a visualização clara do formato dos grânulos do amido.

2.4.4. Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

A determinação da temperatura de transição vítrea e da variação de entalpia foram realizadas por análise de calorimetria diferencial de varredura, utilizando-se um DSC (*Differential Scanning Calorimeter* – DSC, TA 2010, TA Instruments, EUA), com módulo de resfriamento de nitrogênio líquido. As amostras foram preparadas e pré-condicionadas à temperatura de 25°C e 50% de umidade relativa (UR). As medidas foram realizadas em atmosfera inerte de nitrogênio gasoso ultra seco, de grau cromatográfico, a uma mesma vazão de alimentação e de arraste de 50 cm³/min. Os ensaios iniciaram-se a temperatura de 30°C e, a partir desta, as amostras foram aquecidas a uma taxa de 10°C/min até atingir a temperatura final de 140°C. O material-referência para esta análise foi o ar atmosférico.

2.4.5. Difratometria de raios X

Os difratogramas foram obtidos utilizando um difratômetro de raios X, (modelo X'Pert, marca Philips) nas condições de análise de voltagem e corrente de 40kV e 40m A, respectivamente. Faixa de varredura: 2 θ de 5 a 30°, passo: 0,1° velocidade: 1°/min, dotado de monocromador de feixe secundário de grafite. A variação dos tamanhos dos cristais foi determinada utilizando o programa Diffraction Software. As amostras foram armazenadas a 25°C e 50% de umidade relativa (UR).

2.4.6. Índice de solubilidade de água (ISA) e de absorção de água (IAA)

O índice de absorção de água (ISA) e o índice de solubilidade do amido em água (IAA) foram determinados em triplicata, segundo Schoch (1964) com modificações. Suspensões de 0,2 g (ds) de amido em 18 g de água destilada foram colocadas em tubos de centrífuga e mantidas a 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C e 90°C durante 30 min num banho metabólico de Dubnoff (modelo SL157, Solab), sendo levemente agitado (150 rpm) a cada 5 min. Em seguida, o peso da mistura foi completado para 20 g com adição de água destilada.

As amostras foram homogeneizadas e centrifugadas a 4010 rpm durante 15 min. O sobrenadante foi seco em estufa a 105°C até obter massa constante. O gel restante

no tubo foi considerado molhado e sedimento pesado. O índice de absorção de água (ISA) e o índice de solubilidade em água do amido (IAA) foram calculados de acordo com as Equações E₄ e E₅, respectivamente

$$\text{ISA (g.g}^{-1}\text{)} = \frac{W_g}{W - W_s} \text{ (E4) e IAA (\%)} = \frac{W_s}{W} \times 100 \text{ (E5) (SCHUCH, 1964)}$$

em que, W_g é o peso do sedimento em gramas, W o peso dos sólidos secos na amostra original em gramas e, W_s o peso dos sólidos dissolvidos no sobrenadante em gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade das plantas de açafrão da terra

As médias de produções de massas frescas dos diferentes componentes botânicos das plantas de açafrão são apresentadas em função dos tratamentos utilizados no campo (Tabela 1). Os maiores valores médios de produções de massas frescas de folhas ($3,04 \text{ Mg ha}^{-1}$), de rizoma-filho ($5,28 \text{ Mg ha}^{-1}$) e de rizoma-mãe ($1,03 \text{ Mg ha}^{-1}$) foram das plantas cultivadas com três fileiras e uma amontoa, as quais superaram os menores valores médios de produções de folhas em $1,49 \text{ Mg ha}^{-1}$ que foi obtida nas plantas cultivadas com quatro fileiras e sem amontoa ($1,55 \text{ Mg ha}^{-1}$); de rizomas-filho em $2,45 \text{ Mg ha}^{-1}$ e rizomas-mãe em $0,48 \text{ Mg ha}^{-1}$ ambos no tratamento com três fileiras e duas amontoas que obtiveram valores médios de ($2,83 \text{ Mg ha}^{-1}$) e ($0,55 \text{ Mg ha}^{-1}$), respectivamente. A maior produção média de raízes foi das plantas cultivadas com quatro fileiras e sem amontoa ($0,83 \text{ Mg ha}^{-1}$) e a menor foi das plantas cultivadas com três fileiras e com duas amontoas ($0,44 \text{ Mg ha}^{-1}$).

TABELA 1. Massas Frescas de folhas, de rizoma-filho, de rizoma-mãe e de raízes de plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

Fileiras	Amontoa	Produtividade (Mg ha^{-1})			
		Folhas	Rizoma-mãe	Rizoma-filho	Raízes
Três	Zero	2,03	0,73	3,94	0,68
	Uma	3,04	1,03	5,28	0,62
	Duas	1,94	0,55	2,83	0,44
Quatro	Zero	1,55	0,84	4,02	0,83
	Uma	1,92	0,66	4,16	0,47
	Duas	1,75	0,55	3,35	0,58

Médias descritivas de produtividade por tratamento.

3.2 Análise bromatológica e caracterização da matéria prima

O percentual de proteínas das plantas de açafrão da terra foi influenciado pela interação tripla dos fatores em estudo (Tabela 2). Os percentuais de fibras (F) foi influenciado significativamente pela interação dupla dos fatores amontoas e componentes da planta, bem como pela interação dos fatores fileiras e componentes da planta. Já, os percentuais de cinzas (C) foi influenciado pela interação dos fatores amontoa e

componentes da planta e, fileiras e amontoas. Lipídios e umidade foram influenciados significativamente pelo fator isolado componentes da planta de açafirão da terra.

TABELA 2. Resumo das Análises de Variâncias para fibra (F), lipídios (L), proteína (P), umidade (U) e cinzas (C) dos componentes (folha, raiz, rizoma-filho e rizoma-mãe) das plantas de açafirão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

QUADRADO MÉDIO						
F.V.	G.L.	F	L	P	U	C
Fileiras	1	0,2133	0,0032	0,3162	0,7214	0,0390
Amontoa	2	0,0412	0,1864	0,0515	0,6421	0,2794
Componentes	3	4983,6564*	11,4643*	61,0029*	34,0573*	465,9383*
Repetição	3	0,1968	0,1638	0,1756	1,5484	0,0489
Fileiras x amontoa	2	0,0304	0,3290	0,2026	0,3896	0,5143
Fileiras x comp	3	0,4791*	0,1344	1,3028*	0,5929	0,1185
Amont x comp	6	0,6004*	0,0981	0,3613*	0,5976	0,5903
Fil. x amon x comp	6	0,0506	0,9467	0,4863*	0,4568	0,1656
Resíduo	69	0,0931	0,2534	0,1309	0,3992	0,1402
Média	–	20,46	11,81	12,21	7,51	9,97
C.V. (%)	–	1,49	4,26	2,96	8,41	3,76

F.V. – Fonte de Variação; G.L. – Grau de Liberdade; * Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Comp – Componentes (partes da planta: folha, rizoma-mãe, rizoma-filho, raiz); Amont – Amontoa; Fil. – fileira.

Os maiores percentuais de fibras foram encontrados nas raízes, com valor médio de 41,34% e os menores nos rizomas-filhos, com valor médio de 9,48%, independentemente do número de fileiras no canteiro e do número de amontoas utilizados no cultivo das plantas de açafirão da terra (Tabela 3). Para rizomas-mãe o maior percentual (18,81) foi obtido quando se utilizou duas amontoas, sendo maior 0,64% em relação ao tratamento com uma amontoa. O maior percentual de fibras nas folhas foi obtido quando cultivado com três fileiras (12,79%) e em relação ao número de amontoas o menor percentual foi observado para duas amontoas. Cecílio Filho e Villas-Boas (1996), estudando a caracterização do açafirão da terra quanto a aspectos botânicos, nutricionais e químicos observaram 5,5% de fibras nos rizomas e, Souza e Glória (1998) estudando a composição química do açafirão da terra cultivado em Minas Gerais, encontrou para rizomas comerciais 7,22% de fibras.

TABELA 3. Teor de fibra de diferentes componentes das plantas de açafão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e amontoas. UFGD, Dourados–MS, 2016/2017.

Tratamentos Fileiras	Componentes (%)			
	Folha	Rizoma-mãe	Rizoma-filho	Raiz
Três	12,79 Ac	18,49 Ab	9,45 Ad	41,29 Aa
Quatro	12,28 Bc	18,46 Ab	9,52 Ad	41,39 Aa
Amontoas				
Zero	12,65 Ac	18,46 ABb	9,64 Ad	41,24 ABa
Uma	12,68 Ac	18,17 Bb	9,28 Ad	41,58 Aa
Dois	12,28 Bc	18,81 Ab	9,54 Ad	41,20 Ba
C. V. %	1,49			

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelos testes de Tukey para amontoas e t para número de fileiras, a 5% de probabilidade.

O maior percentual de lipídios foi encontrado nas folhas (12,46%) que superou em 14,21% ao menor percentual que foi encontrado nas raízes (10,91%) (Tabela 4). Para o teor de umidade, o maior percentual foi de 8,48% nos rizomas-mãe que superou em 43,97% ao menor valor encontrado nas folhas (5,89%). Almeida (2006) estudando rizomas de açafão da terra, obtidos de plantas propagadas in vitro em meio MS contendo 3,0 mg/L BAP encontrou teores de lipídios de 8,41%, em meio de cultura MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962).

O maior teor de umidade foi encontrado nos rizomas-mãe (8,48%) e o menor valor foi encontrado nas folhas (5,89%), ficando a umidade de todos os componentes abaixo do máximo permitido pela ANVISA (2003) que é de no máximo 13%. Fontes (2018) estudando amostras comerciais de rizomas-filhos de açafão da terra, encontrou valores de umidade variando de 3,1 a 10,0% (sob base seca) e Maia et al. (1995) ao avaliar os rizomas secos por radiação observaram valor de 13,1% de umidade.

TABELA 4. Teor de lipídios e de umidade em diferentes componentes das plantas de açafão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados – MS, 2016/2017.

Fatores em estudo Componentes	Lipídios	Umidade
Folha	12,46 a	5,89 c
Rizoma-mãe	12,22 a	8,48 a
Rizoma-filho	11,65 b	8,33 a
Raiz	10,91 c	7,34 b
C. V. (%)	4,26	8,41
Média	11,81	7,51

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo t para fileiras e pelo teste de Tukey para amontoas e componentes das plantas, ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores teores de proteínas foram encontrados nas folhas (14,63%) das plantas cultivadas em canteiros com quatro fileiras e sem amontoa (Tabela 5) e o menor valor (10,35%) foi encontrado nas raízes das plantas cultivadas em canteiros com três fileiras e uma amontoa.

TABELA 5. Teor de proteínas (%) de diferentes componentes das plantas de açafrão da terra cultivadas em canteiros com diferentes números de fileiras e de amontoas. UFGD, Dourados – MS, 2016/2017.

Componentes	Folha	Rizoma-mãe	Rizoma-filho	Raiz
Três fileiras				
Zero	14,38 α aA	12,36 α aB	11,71 α aB	10,42 β aC
Uma	14,57 α aA	12,35 α aB	11,80 α aB	10,35 α aC
Duas	13,96 β aA	12,38 α aB	12,08 α aB	10,81 α aC
Quatro fileiras				
Zero	14,63 α aA	12,25 α aB	11,09 β bC	10,95 α aC
Uma	14,43 α aA	11,63 β bB	12,02 α aB	10,73 α aC
Duas	14,60 α aA	11,70 β abB	10,88 β bC	10,87 α aC
C. V. %	2,96			

*Médias seguidas pelas mesmas letras gregas não diferem entre si para os componentes dentro da fileira e amontoa; mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si para amontoa dentro da fileira e cada componente; e mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre si para os componentes dentro do mesmo número de amontoas e fileiras, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior teor de cinzas foi encontrado nas folhas das plantas de açafrão da terra ($13,80 \pm 0,05\%$) que superou em 131,93% ao menor teor encontrado nos rizomas-filhos ($5,95 \pm 0,03\%$) (Tabela 6).

TABELA 6. Caracterização dos teores de cinzas e de cores dos diferentes componentes da planta de açafrão da terra, folha, rizoma-mãe (RM), rizoma-filho (RF) e raiz.

Caracterização	Folha	RM	RF	Raiz
Cinzas (%)	$13,80 \pm 0,05c$	$6,05 \pm 0,10a$	$5,95 \pm 0,03a$	$12,95 \pm 0,05b$
L*	$56,55 \pm 0,51b$	$60,61 \pm 0,43a$	$61,83 \pm 0,21a$	$56,70 \pm 0,41b$
Cor	a*	$3,15 \pm 0,28d$	$17,03 \pm 0,26b$	$15,20 \pm 0,25a$
	b*	$23,45 \pm 0,26d$	$40,69 \pm 0,74b$	$44,66 \pm 0,52a$
				$32,93 \pm 8,02c$

Análises realizadas nos laboratórios da Faculdade de Engenharia da Universidade da Grande Dourados (Dourados-MS). L* = luminosidade (preto ao branco); a* = +vermelho e -verde; b* = +amarelo e -azul. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas: na comparação estatística entre as partes da planta de açafrão da terra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: próprio autor.

Ao relacionar os tipos de cores dos componentes da planta de açafrão da terra foi observado que os maiores valores para luminosidade (preto ou branco) foram para os rizomas-mãe e rizomas-filho ($61,83 \pm 0,21$ e $60,61 \pm 0,43$, respectivamente) e para cor b

(amarelo e azul) foi de $44,66 \pm 0,52$ nos rizomas-filhos. Quando se relaciona a cor a (vermelho e verde) observou-se que o maior valor foi de $17,03 \pm 0,26$ nos rizomas-mãe e o menor valor foi de $3,15 \pm 0,28$ nas folhas (Tabela 6). Braga et al. (2018) caracterizando as folhas de açafrão da terra, obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo com relação a umidade ($6,52 \pm 1,01\%$) e cinzas ($13,81 \pm 1,05\%$).

3.3. Rendimento e caracterização do amido dos rizomas de açafrão da terra

Antes do processo de secagem, o amido dos rizomas das plantas de açafrão da terra tinha coloração alaranjada (Figura 3B), cor semelhante à da sua farinha (rizoma seco e moído) (Figura 3A) e o amido moído (Figura 3C) apresentou coloração amarelada. Quanto ao rendimento sob base úmida obteve-se 9,58% na extração de amido dos rizomas-mãe e 9,94% de amido dos rizomas-filho, obtendo-se média de 9,76% no rendimento geral de amido dos rizomas de açafrão da terra, cultivados no Horto/UFGD, safra 2016/2017. Esses resultados são superiores aos encontrado por Leonel e Cereda (2002), que observaram rendimento de amido de açafrão da terra sob base úmida de 8,83%.



FIGURA 3. Imagem fotográfica: A – do açafrão moído (farinha); B – do amido na bandeja antes de secar; C – do amido seco e moído. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017. Fotos: Souza (2018).

No amido dos rizomas de açafrão da terra, foram encontrados 13,77% de umidade, 1,28% de cinzas, 5,26% de lipídios, 2,3% de proteínas e 77,39% de carboidratos. A atividade de água de 0,52% na temperatura de $25,6^{\circ}\text{C}$, 0,74% de índice de solubilidade em água (ISA) e de 2,41% de o índice de absorção em água (IAA) foram observados valores de e respectivamente.

A análise de Difractometria de Raio X do amido de açafão da terra de rizomas-filho, mostrou dois picos mais intensos nas regiões 2θ igual a 5,6; 14,45; 17,17; 22,38 e 24,14, assim pode-se classificar o amido do açafão da terra como Tipo C (Figura 4).

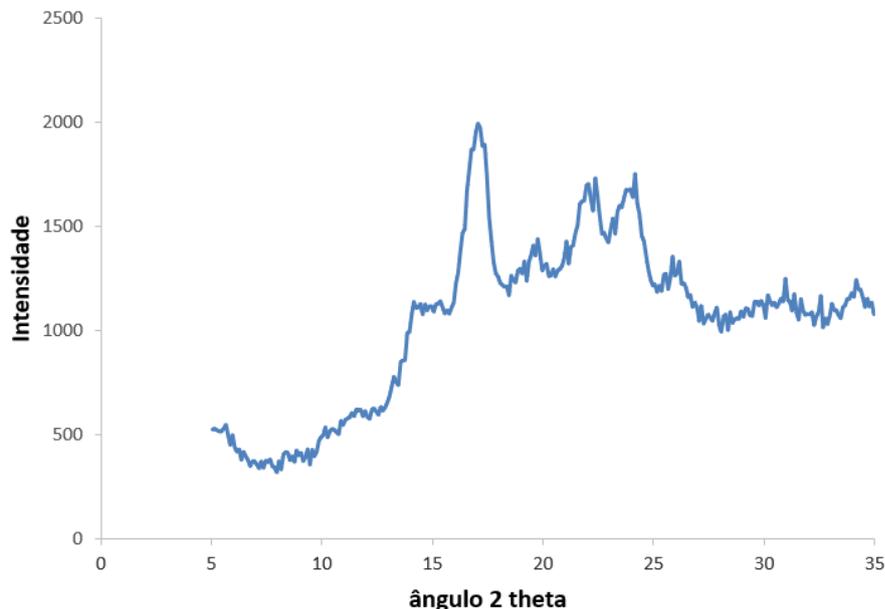


FIGURA 4. Difratograma do amido de rizomas de açafão da terra. UFGD, Dourados–MS, 2016/2017.

A morfologia do amido do açafão da terra apresentou grânulos com formatos triangulares e oval elipsóide. Os grânulos de amido de açafão da terra, encontrados nesse estudo mostraram ter como característica peculiar o formato menos ovalado que os grânulos de amidos tradicionais, possuindo uma das extremidades pontiagudas. Na Figura 5 mostram-se as micrografias do amido de rizomas de açafão da terra em diferentes aumentos (a e c 100x, b e d 40x), sendo as fotos **A** e **B** de grânulos de amido de rizomas-mãe e **C** e **D** de grânulos de amido de rizomas-filho. Ressalta-se que o amido extraído não apresentou impurezas aderidas ou permeadas aos seus grânulos.

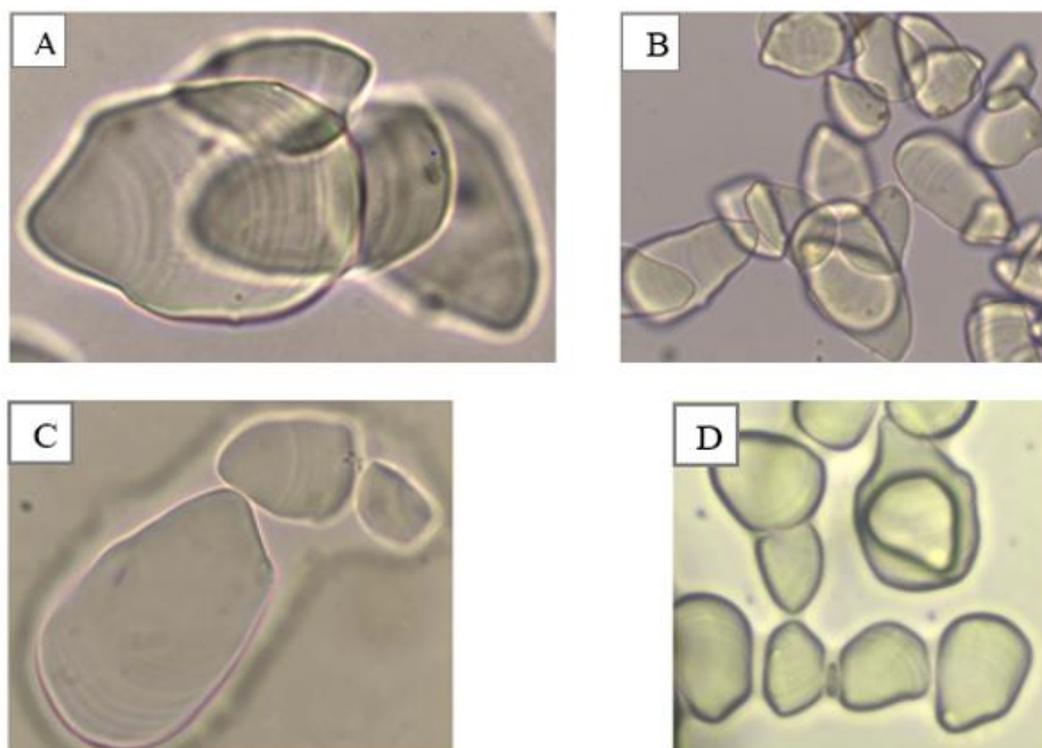


FIGURA 5. Imagens obtidas por meio de microscópio óptico (Accu–scope, 3002). Figuras **A** e **B** – grânulos do amido de rizoma-mãe a 40x e 100x e as figuras **C** e **D** – grânulos do amido de rizoma-filho a 40x e 100x. UFGD, Dourados–MS, 2016/2017. Foto: Souza (2018).

As imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura podem ser vistas na Figura 6. Os grânulos de amido de açafão da terra mostraram uma característica peculiar, sendo menos ovalados que os tradicionais amidos, possuindo uma das extremidades pontiagudas.

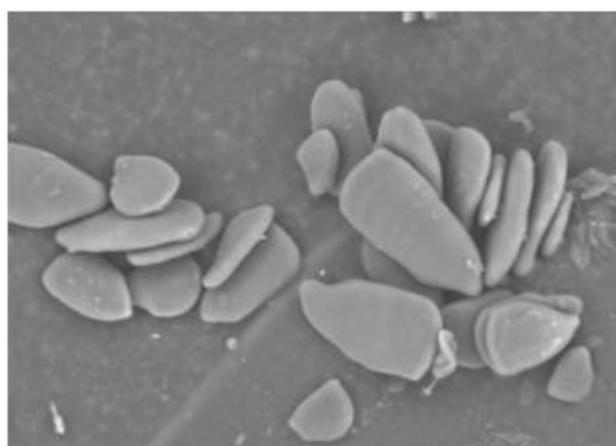


FIGURA 6. Imagem obtidas por meio de microscópio eletrônico de varredura (50x) Foto: Souza (2018).

No gráfico de análise de viscosidade a fase inicial de aquecimento de uma suspensão aquosa de amido foi observada aumento na viscosidade registrado a

temperatura de aproximadamente 84,7°C (Figura 7). O perfil de viscosidade apresentou um pico de 3.147,5 cP. Após a quebra de viscosidade, com resfriamento, foi observada uma tendência de retrogradação de 3.064 cP, apresentando viscosidade final de 9.806 cP, sendo cP a unidade de centipoise e para contar a água tem uma viscosidade de 0,891 centipoise a 25 °C.

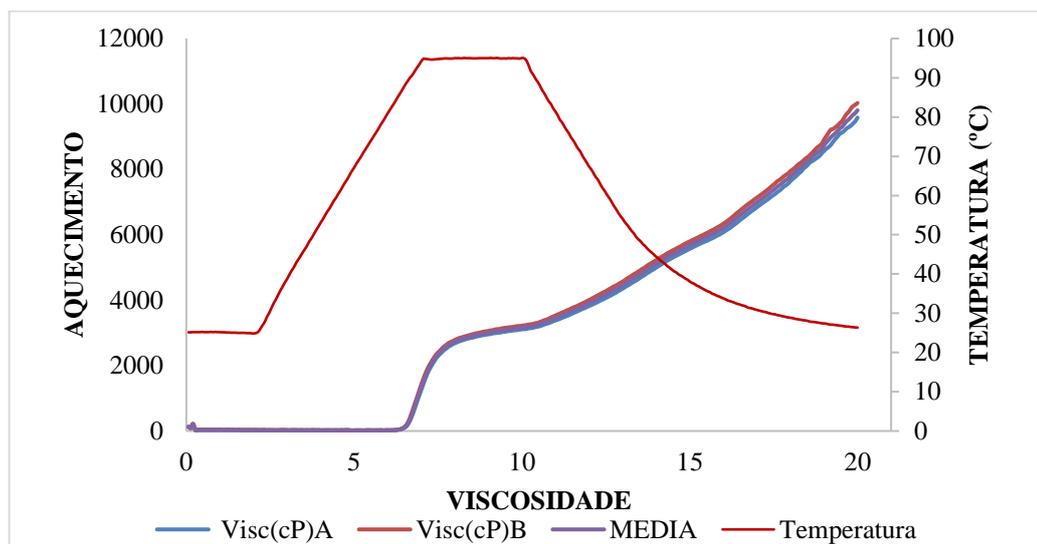


FIGURA 7. Propriedades da pasta de amido de rizomas-filho de açafrão da terra. UFGD, Dourados-MS, 2016/2017.

O tempo de pasta reflete no grau de resistência dos grânulos de amido, resistência essa que pode ser explicada pelas moléculas de amilose que cada amido contém.

4. CONCLUSÕES

O uso de diferentes números de fileiras no canteiro e diferentes números de amontoas no cultivo das plantas de açafrão da terra influenciaram na produção e na composição bromatológica dos seus diferentes componentes botânicos, sendo que se obteve maior percentual de fibras quando se utilizou três fileiras e maior percentual de proteínas nas folhas quando se utilizou quatro fileiras e zero amontoa.

As composições bromatológicas dos rizomas-mãe e dos rizomas-filho, como fontes de amido foram estatisticamente semelhantes e o amido extraído apresentou ausência de impurezas, com grânulos possuindo uma extremidade ovalada e uma das extremidades pontiagudas, apresentando cristalinidade Tipo B, com picos intensos e bem definidos na região de 2θ 5,6; 14,45; 17,17; 22,38 e 24,14, com temperatura inicial de pasta de 84,7°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the analysis**. St. Paul, AACC, p 22–10, 1982.

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 da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte–MG.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMIN, K. A., HAMEID, H. A.; ELSTTAR, A. H. Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal, hepatic function and oxidative stress biomarkers in young male rats. **Food and Chemical Toxicology**, n. 48, p. 2994–2999, 2010.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. (RDC nº 360/2003). Brasília, 2003. 9p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington: AOAC, 17^a ed., 2006. 17 p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of association of official analytical chemists**. 16th ed. Arlington: AOAC, 2^a ed., 1995. 62 p.

BANCO DO BRASIL. FCO/Rural Investimento Agropecuário, 2018. Disponível em: <https://bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agornegocios/agronegocio-produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/>. Acesso em: 19 nov. 2018.

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 Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 765–770, 2014.

BRAGA, M. C.; VIEIRA, E. C. S.; DE OLIVEIRA, T. F. *Curcuma longa* L. leaves: characterization (bioactive and antinutritional compounds) for use in human food in Brazil. **Food Chemistry**, v. 265, n. 1, p. 308–315, 2018.

BRAGA, M. C. **Qualidade de folha de *Curcuma longa* L. desidratada obtida com diferentes métodos de secagem**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de alimentos), Universidade Federal de Goiás, Goiânia–GO.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Método de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem animal e vegetal. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 829-854, 2009.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2^a ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003. 207 p.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; BRAZ, L. T.; TAVARES, M. Curcuma: medicinal, spice and of other potential use plant. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p.171–175, 2000.

CECÍLIO FILHO, A. B., VILLAS BOAS, E. V. B. Efeito do tempo de armazenamento sobre a composição química da cúrcuma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBCTA, p. 124, 1996.

CHASSAGNEZ, A. L. M.; CORRÊA, N. C. F.; MEIRELES, A. A. Extração de oleoresina de cúrcuma (*Curcuma longa* L.) com CO₂ supercrítico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 4, p. 399–404, 1997.

CHAN, E. W. C., LIM, Y. Y., WONG, S. K., LIM, K. K.; TAN, S. P.; LIANTO, F. S.; WONG, M. Y. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of 419 ginger species. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 166–172, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-cozeira de frutas e hortaliças: Glossário. 1. ed. Lavras: Editora de UFLA, 2006, v. 1000, 256 p.

FERREIRA, P. P. Extração, caracterização e aplicação de fécula de açafrão (*Curcuma longa* L.) no desenvolvimento de biscoito. 2014, 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola de Agronomia da UFG, Goiânia-GO.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

FONTES, S. M. S. **Curcuma longa L.: caracterização química e estudo da capacidade antioxidante**. 2018, 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos, Área: Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

GOEL, A.; KUNNUMAKKARA, A. B.; AGGARWAL, B. B. Curcumin as “curecumin”: from kitchen to clinic. **Biochemical pharmacology**, v. 75, n. 4, p. 787–809, 2008.

GRASSO, E. C.; AOYAMA, E. M.; FURLAN, M. R. Ação Antiinflamatória de *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae). **Revista Eletrônica Thesis**, ano XIV, n. 28, p.117–129, 2017.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; RECH, J.; GRACIANO, J. D.; GOMES, H. E.; PONTIM, B. C. A. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 397–401, 2008.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

ISLAM, M. A. **Genetic diversity of the genus curcuma in bangladesh and further biotechnological approaches for in vitro regeneration and long-term conservation of c. longa germplasm**. 2004. 137 f. Thesis (Doctor of Natural Sciences) – University of Hannover, Hannover.

KJELDAHL, J. A New method for the determination of nitrogen in organic matter. **Zeitschrift für Analytische Chemie**, v. 1, n. 22, p. 366-382. 1883.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. New starches for the food industry: *Curcuma longa* and *Curcuma zedoaria*. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 54, n. 1, p. 385-388, 2003.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 65–69, 2002.

LIU, Y.; NAIR, M. G. *Curcuma longa* and *Curcuma mangga* leaves exhibit functional food property. **Food Chemistry**, v. 135, s/n, p. 634–640, 2012.

MAIA, N. B.; BOVI, O. A.; DUARTE, F. R.; SORIA, L. G.; ALMEIDA, J. A. R. Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de *Curcuma longa* L. (Cúrcuma). **Bragantia**, v. 54, n. 1, p. 33–7, 1995.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A. A revised medium for a rapid growth and bioassays with tobacco tissues cultures. **Plant Physiology**, v. 15, p. 473-479, 1962.

NGUYEN, M. C.; KIM, J. K.; NGUYEN, T. N.; KIM, S. K.; CHOI, J. A. G.; CHOI, Y. H.; JANG, K. S.; KIM, J. C. Production of L- and D-lactic acid from waste *Curcuma longa* biomass through simultaneous saccharification and cofermentation. **Bioresource Technology**, Essex, v. 146, s/n, p. 35–43, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). **O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil: Um retrato multidimensional**. Relatório 2014. Brasília, 2014. 87 p.

PERONI, F. H. G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. 2003, 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2003.

PEREIRA, A. S.; STRINGHETA, P.C. Considerações sobre a cultura e processamento do açafrão. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 102–105, 1998.

PINTÃO, A. M.; SILVA, I. F. A. **Verdade sobre o açafrão**. In: Workshop Plantas Medicinais e Fitoterapêuticas nos Trópicos. IICT/CCCM. Lisboa, p. 1-19, 2008.

PRIYA, R.; PRATHAPAN, A.; RAGHU, K. G.; NIRMALA-MENON, A. Chemical composition and in vitro antioxidative potential of essential oil isolated from *Curcuma longa* L. leaves. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Kuala Lumpur, v. S695, n. 1, p. S695-S699, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Revista e ampliada, Brasília: Embrapa Solos, 2018. 590 p.

SCARTEZZINI, P.; SPERONI, E. Review on some plants of indian traditional medicinal medicine with antioxidant. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 17, s/n, p. 23–43, 2000.

SCHOCH, T. Swelling power and solubility of granular starches. **Methods in Carbohydrate Chemistry**, v. 4, s/n, p. 106–108, 1964.

SCHOLZE, A. F. A. Biodisponibilidade da curcumina. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica Funcional**, Belo Horizonte, v. 14, n. 60, p. 20-24, 2014.

SIGRIST, M. S. **Divergência genética em *Curcuma longa* L. utilizando marcadores microssatélites e agromorfológicos**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia), Instituto Agrônomo, Campinas–SP.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 239 p.

SINDHU, S.; CHEMPAKAM, B.; LEELA, N. K.; SUSEELA-BHAI, R. Chemoprevention by essential oil of turmeric leaves (*Curcuma longa* L.) on the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 1, p. 1188-1192, 2011.

SOUZA, C. R. A.; GLÓRIA, M. B. A. Chemical analysis of turmeric from Minas Gerais, Brazil and comparison of methods for flavour free oleoresin. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, n. 2, p. 218-224, 1998.

STUPPIELLO, B. **Açafrão-da-terra é aliado do cérebro e ajuda na perda de peso**. Portal de saúde e bem estar - minha vida, 2017. <http://www.minhavidacom.br/alimentação/tudo-sobre/18799-acafrao-da-terra>. Acesso em: 21 nov. 2018.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch–composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, v. 39, n. 2, p. 151-165, 2004.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates–Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 22, n. 1, p. 65-84, 2002.

VICENZI, R. **Introdução à análise de alimentos**. Universidade Potiguar, 2008, 12 p. Disponível em: < <https://www.ebah.com.br/content/ABAAABnFEAE/apostila-analise-alimentos> > Acesso em: 28 de nov. 2018.