

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
GERAL/BIOPROSPECÇÃO

IVANA ROBERTO AMARILA

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MANDIOQUINHA-
SALSA EM RESPOSTA A FORMAS DE ADIÇÃO AO SOLO DE CAMA DE
FRANGO E DO ARRANJO DE PLANTAS

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MANDIOQUINHA-
SALSA EM RESPOSTA A FORMAS DE ADIÇÃO AO SOLO DE CAMA DE
FRANGO E DO ARRANJO DE PLANTAS

Orientador: PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral – Bioprospecção, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A485c Amarila, Ivana Roberto

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MANDIOQUINHA-SALSA EM RESPOSTA A FORMAS DE ADIÇÃO AO SOLO DE CAMA DE FRANGO E DO ARRANJO DE PLANTAS [recurso eletrônico] / Ivana Roberto Amarila. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE.

Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

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

1. Arracacia xanthorrhiza. 2. população de plantas. 3. resíduo orgânico. 4. rentabilidade. I. Zárate, Néstor Antonio Heredia. II. 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.

"CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MANDIOQUINHA-SALSA EM RESPOSTA A
FORMAS DE ADIÇÃO AO SOLO DE CAMA DE FRANGO E DO ARRANJO DE
PLANTAS"

POR

IVANA ROBERTO AMARILA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO: "BIOPROSPECÇÃO".


PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE
ORIENTADOR – UFGD


PROF.ª DR.ª DAIANE MUGNOL DRESCH
MEMBRO TITULAR – UFGD


PROF.ª DR.ª MARIA DO CARMO VIEIRA
MEMBRO TITULAR – UFGD

Aprovada em 30 de setembro de 2019.

A Deus, pela benção de viver.
A minha mãe Geny Roberto Amarila, pelo apoio nos momentos difíceis e por ser meu grande exemplo.
A meu padrasto Romer Ratier Placencia, pelo carinho de sempre.
A meu pai Antônio Carlos Amarila (*in memoriam*) e aos meus irmãos Kaio Roberto Amarila (*in memoriam*), Carlos Amarila (*in memoriam*) e Deivid Amarila vocês são minha inspiração.
A meu parceiro de vida Giovani Bruno Matraxia e meu filho Kaio Amarila Matraxia, por serem meu apoio e meu motivo de continuar esta caminhada.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, que nos momentos difíceis ouviu as minhas orações e me conduziu ao melhor caminho, que me dá forças e me concedeu a conclusão de mais uma etapa da minha vida;

A meu filho Kaio por me ensinar o verdadeiro amor e ao meu companheiro de vida, Giovani Bruno Matraxia por todo apoio e cumplicidade;

À minha mãe Geny, por todo o amor e dedicação que sempre teve comigo, mulher que me orgulho de chamar de mãe, meu eterno agradecimento pelos momentos em que esteve ao meu lado, me apoiando e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, pessoa que sigo como exemplo, mãe dedicada, amiga, generosa, batalhadora.

A meu pai Antônio Carlos (*in memoriam*), pelas memórias e lembranças felizes que com carinho me lembro todos os dias, saudades, te amo. A meus irmãos Kaio e Carlos (*in memoriam*), que mesmo que tenham ido embora desta vida tão cedo, vocês me ensinaram muito, e, hoje sou uma pessoa melhor graças a vocês, saudades, amo vocês. A meu irmão/sobrinho do coração Deivid Amarila da Silva, agradeço por todo amor.

A minha família por estarem sempre torcendo e rezando para que meus objetivos sejam alcançados; Aos amigos que a vida acadêmica me presenteou, à todos aqueles que tornaram a minha caminhada mais leve e divertida. Muito obrigada pelos momentos de descontração e de auxílio nos estudos!

Ao professor Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate, pela orientação. Obrigado pela confiança e paciência que foram capazes de me fazer trilhar por um crescimento profissional que acreditava ser impossível em tão pouco tempo. Com apoio sempre disponível, sem o qual seria impossível a realização e conclusão deste trabalho. Muito obrigado!

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação;

À CAPES, pela bolsa de estudo concedida;

Ao CNPq e à FUNDECT, pelo apoio financeiro;

Aos funcionários do Horto de Plantas Medicinais, e aos colegas de grupo de trabalho, pelo apoio, convívio e alegria;

E finalmente, agradeço a todos que contribuíram direto ou indiretamente para o desenvolvimento deste projeto. Um MUITO OBRIGADO a todos vocês!

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1 Objetivo específico.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 Mandioquinha-salsa: origem e uso.....	3
3.2 Cama de frango.....	4
3.3 Arranjo espaciais.....	5
3.4 Custos de produção e rentabilidade.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4.1 Caracterizações da área.....	6
4.2 Fatores em estudo.....	7
4.3 Condução no campo.....	7
4.4 Avaliações.....	8
4.5 Análise dos dados.....	9
4.6 Análise econômica.....	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5.1 Crescimento de plantas.....	11
5.2 Produtividade.....	16
5.3 Análises agroeconômicas.....	25
5.3.1 Custos de produção.....	25
5.3.2 Rentabilidade.....	30
6. CONCLUSÃO.....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMO

O crescente aumento populacional e conseqüente aumento da demanda de alimentos têm incentivado os pesquisadores a procurar novas opções e fontes alimentares entre elas têm-se a mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancrof) como uma alternativa de cultivo viável. Informações e estudos referentes aos tratamentos culturais da mandioquinha-salsa são essenciais para seu cultivo e rentabilidade, por serem determinantes para o sucesso ou fracasso do produtor. Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar a produtividade agroeconômica de plantas de mandioquinha-salsa em resposta a diferentes arranjos espaciais geométricos de plantas (quadrado, quadrado triângulo, retângulo e retângulo triângulo) e diferentes formas de adição de cama de frango ao solo (10 Mg ha⁻¹ incorporada, 10 Mg ha⁻¹ cobertura e sem cama de frango). As plantas de mandioquinha-salsa foram cultivadas na área do Horto de Plantas Medicinais – HPM da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, com os tratamentos em estudo arranjados como fatorial 4x3 no delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições. As plantas de mandioquinha-salsa foram avaliadas mensalmente para a obtenção das características de crescimento (número de folhas por planta, altura de plantas, diâmetro do pseudocaule e índice relativo de clorofila). A colheita foi realizada aos 226 dias após o plantio quando determinando-se o as massas frescas e secas de folhas, rebentos, coroas e de raízes comercializáveis e não comercializáveis, e contaram-se os números de rebentos e de raízes comercializáveis e não comercializáveis. O maior número de folhas (39,14) e a altura máxima de plantas (33,01 cm) foram das plantas cultivadas em solo com cobertura de cama de frango e arranjo espacial de plantas quadrado. O maior diâmetro do pseudocaule (85,26 mm) e índice relativo de clorofila (40,49) foi das plantas cultivadas em solo com cama de frango incorporada e arranjo espacial quadrado. As maiores produtividades de massa fresca (14,20 Mg ha⁻¹) e seca (2,96 Mg ha⁻¹) de raízes comercializáveis foram das plantas cultivadas em solo cama de frango de forma incorporada e com arranjo espacial retângulo. O menor custo de produção (R\$ 13.141,79) foi para o cultivo de mandioquinha-salsa em solo sem cama de frango e com arranjo espacial de plantas quadrado triângulo e as maiores renda bruta (R\$ 85.200,00) e líquida (R\$ 62.669,34), foram para as plantas cultivadas em solo com cama de frango incorporada e arranjo espacial de plantas retângulo. Concluiu-se que a maior produtividade de raízes comercializáveis e renda bruta e líquida de plantas de mandioquinha-salsa foram das plantas cultivadas em solo com cama de frango incorporada e arranjo espacial de plantas retângulo.

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza*, população de plantas, resíduo orgânico, rentabilidade.

ABSTRACT

The growing population and consequent increase in food demand are encouraged by researchers to look for new options and food sources among them, if it is a parsley manioc (*Arracacia xanthorrhiza* Bancrof) as a viable farming alternative. Information and studies regarding the parsley manioc culture treatments are essential for its cultivation and profitability, as they are determinant for the success or failure of the producer. Thus, the objective of this study was to evaluate the agroeconomic productivity of parsley manioc plants in response to different geometric spatial arrangements of plants (square, square triangle, rectangle and triangle rectangle) and different ways of adding chicken litter to the soil. (10 Mg ha⁻¹ incorporated, 10 Mg ha⁻¹ cover and no chicken litter). The manioc-parsley plants were grown in the area of the Medicinal Plant Garden - HPM of the Federal University of Grande Dourados - UFGD, with the treatments arranged as a 4x3 factorial in a randomized block design with four replications. Cassava-parsley plants were evaluated monthly for growth characteristics (number of leaves per plant, plant height, pseudostem diameter and relative chlorophyll index). Harvesting was performed at 226 days after planting when the fresh and dried masses of marketable and non-marketable leaves, shoots, crowns and roots were determined, and the numbers of marketable and non-marketable shoots and roots were counted. The largest number of leaves (39.14) and the maximum plant height (33.01 cm) were from plants grown in chicken-bedded soil and square plant spatial arrangement. The largest pseudostem diameter (85.26 mm) and relative chlorophyll index (40.49) were from plants grown in soil with built-in chicken litter and square spatial arrangement. The highest yields of fresh (14.20 Mg ha⁻¹) and dry (2.96 Mg ha⁻¹) mass of marketable roots were from the plants cultivated in chicken litter soil with incorporated and rectangle spatial arrangement. The lowest production cost (R \$ 13,141.79) was for the cultivation of manioc parsley in soil without chicken litter and with square triangle spatial arrangement and the highest gross (R \$ 85,200) and net (R \$ 62.669,34), were for plants grown in soil with incorporated chicken litter and spatial arrangement of rectangle plants. It was concluded that the highest yield of marketable roots and gross and net income of manioc-parsley plants were from plants cultivated in soil with incorporated chicken litter and spatial arrangement of rectangle plants.

Keywords: *Arracacia xanthorrhiza*, plant population, organic waste, profitability.

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão demográfica e suas possíveis consequências, em termos de demanda de alimentos, têm incentivado os pesquisadores a procurarem novas opções dentre as fontes alimentares já utilizadas, ou a fomentar o uso daquelas pouco conhecidas (COSTA et al., 2008). Dentre essas opções, a mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancrof) tem sido considerada como uma alternativa de cultivo viável para o país, principalmente para o estado de Mato Grosso do Sul (HEREDIA ZÁRATE et al., 2008).

Em 2016 foram comercializadas no estado de Mato Grosso do Sul (MS) aproximadamente 72 mil megagramas (Mg) de mandioquinha-salsa, das quais cerca de 3.350 Mg foram produzidos por agricultores do Estado. Principalmente nos municípios de Bandeirantes 2.000 Mg e de Jaraguari 1.350 Mg. A produção de mandioquinha-salsa no MS tem sido impulsionada pelo elevado valor econômico das raízes, onde as caixas contendo 10 quilogramas (Kg) de raízes são comercializadas com valores que oscilam entre 140 e 160 reais (CHAVES, 2016).

Para obter elevada produtividade em qualquer espécie vegetal cultivada, como a mandioquinha-salsa, é preciso satisfazer alguns requisitos de manejo, dentre os quais pode-se destacar a fertilidade equilibrada do solo (NUNES et al., 2016). Oliveira et al. (2008) citam que, dentre as estratégias que caracterizam o manejo da fertilidade do solo nos sistemas orgânicos de produção destaca-se a adição de resíduos orgânicos, que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo além de favorecer a manutenção da matéria orgânica.

Segundo Heid et al. (2015), a cama de frango pode ser considerada como uma boa alternativa para cultivos agroecológicos, devido às suas características benéficas ao solo e ao reduzido custo de aquisição. Mas, as quantidades e formas de aplicação variam com o tipo de solo, a natureza e a composição dos resíduos, as condições climáticas e a espécie vegetal que será cultivada (HEREDIA ZÁRATE et al., 2002). Quando os resíduos orgânicos são incorporados no solo pode induzir mudanças na aeração e na capacidade de retenção de água, aumentando assim, a atividade dos processos microbianos no solo, em resposta à decomposição orgânica, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 2010).

A escolha dos resíduos orgânicos a serem adicionados ao solo depende de sua disponibilidade, variando entre as regiões e com a cultura na qual se fará seu emprego

(HEREDIA ZÁRATE et al., 2004). Segundo Rodrigues (2014) em Mato Grosso do Sul havia entorno de 1.162 aviários, provenientes de 523 produtores, instalados em 27 municípios, em sua maioria, em municípios pertencentes às microrregiões de Campo Grande e de Dourados. Dourados foi o segundo maior produtor do estado, com uma produção de 14.095,95 mil aves que correspondem a 10,04% do total produzido (RODRIGUES, 2014) e onde cada aviário produzem em torno de 150 Mg ano⁻¹ de cama de frango (HEREDIA ZÁRATE et al., 2013).

Visando a elevação da produtividade das espécies vegetais também podem ser aplicadas algumas técnicas que beneficiem o crescimento e desenvolvimento das plantas, dentre elas têm-se o arranjo espacial de plantas no ambiente de cultivo. O manejo do arranjo de plantas é realizado através de alterações na densidade de plantas bem como na sua disposição na área, por variações na distância entre plantas tanto nas linhas quanto entre linhas (ARGENTA et al., 2001). O melhor arranjo espacial de plantas é aquele que proporciona a melhor utilização de luz, água e nutrientes, assim, definindo a melhor configuração das plantas de maneira a reduzir a competição por recursos ambientais, resultando na melhor produtividade da planta (BEZERRA et al., 2014). Com base no exposto, é importante incentivar o uso de resíduos orgânicos na agricultura e melhorar a distribuição das plantas no ambiente de cultivo.

Para o cultivo de mandioquinha-salsa, como em qualquer atividade agroeconômica é essencial o estudo da rentabilidade e o acompanhamento de custos. Estes estudos exercerem importante papel como ferramenta gerencial, por meio de informações que possibilitam o planejamento, o controle e a tomada de decisão, transformando as propriedades rurais em empresas com rentabilidade e com capacidade de acompanhar a evolução do setor, essencialmente no que se relaciona aos propósitos e atribuições de avaliação financeira, controle de custos, diversificação de culturas, avaliação e comparação de resultados (MELO et al., 2009). Portanto os custos envolvidos na produção da cultura podem ser determinantes para o sucesso ou fracasso do produtor rural (HEID et al., 2015).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Incentivar o uso de resíduos orgânicos na agricultura e melhorar a distribuição das plantas na área de cultivo.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a produtividade agroeconômica de plantas de mandioquinha-salsa em resposta a diferentes arranjos espaciais geométricos de plantas e diferentes formas de adição de cama de frango ao solo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mandioquinha-salsa: origem e uso

A mandioquinha-salsa é considerada uma planta rústica e seu cultivo pode ser evidenciado como de subsistência, de importância étnica ou cultural e/ou de importância econômica (CEREDA, 2002). A mandioquinha-salsa originou-se na região andina da América do Sul compreendida por Equador, Peru, Bolívia e Colômbia (ROCHA et al., 2006). No Brasil foi introduzida por volta de 1900 (CASALI e SEDYAMA, 1997) e cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul, em pequenas áreas, com mão de obra familiar e pouco uso de insumos, sendo a variedade ‘Amarela de Carandaí’ ou ‘Amarela Comum’ a mais conhecida e utilizada no país (TORALES et al., 2010).

O interesse econômico nas plantas de mandioquinha-salsa está basicamente nas raízes que apresentam função energética, destacam-se os altos teores de carboidratos e minerais (cálcio, magnésio, fósforo e ferro) e das vitaminas A e principalmente as pertencentes ao complexo B (niacina, piridoxina, tiamina e riboflavina) (CARMO e LEONEL, 2012). As raízes de mandioquinha-salsa têm ampla aplicação culinária, podendo ser utilizadas na formulação de sopas, cozidos e pães (CHIEBAO, 2008), assim como na fabricação de chips, farinha, fécula e outros produtos, de forma que a oferta de produtos processados tende a aumentar o consumo e a produção de mandioquinha-salsa no Brasil e no planeta terra (CARMO e LEONEL, 2012). Segundo Vieira et al.(1998), utilização de plantas de mandioquinha-salsa vai além de suas raízes, uma vez que as folhas, rebentos e coroas das plantas podem ser utilizados em formulações de rações para aves.

3.2 Cama de frango

Dentre as práticas culturais recomendadas para diferentes espécies vegetais tem-se a adição de resíduo orgânico ao solo, devido aos reconhecidos benefícios para os sistemas de produção, especialmente no que diz respeito à Olericultura (LEMOS et al., 2014). Os efeitos benéficos da adição de resíduos orgânicos ao solo resultam da melhoria das condições físicas e do aumento da atividade biológica, do fornecimento de

macro e micronutrientes, da redução do Al-trocável do solo, da fixação de fosfato e também da intervenção na solubilidade dos compostos fosfatados presentes no solo. As quantidades de resíduos orgânicos que devem ser aplicadas ao solo variam com o tipo de solo, a natureza e a composição dos resíduos, as condições climáticas e a espécie vegetal a ser cultivada (KIEHL, 2010). A escolha do resíduo orgânico a ser utilizado é função da disponibilidade, variando entre as regiões e a cultura na qual se fará seu emprego (HEREDIA ZÁRATE et al., 2003). Do ponto de vista físico, o uso da matéria orgânica promove o aumento da estabilidade de agregados, associado à redução da densidade do solo (ANDREOLA et al., 2000).

Entre os resíduos orgânicos mais utilizados nas últimas décadas ao cultivo de hortaliças, destaca-se a adição da matéria orgânica ao solo como cobertura, o que induz menor perda de água por evaporação e menos oscilações de temperatura (HEREDIA ZÁRATE et al., 2012). Souza (1998) cita que a cobertura beneficia o solo ao deixar a superfície mais úmida, ao facilitar a infiltração da água, manter os nutrientes mais disponíveis e por conservar a bioestruturado solo. No entanto, o resíduo orgânico aplicado na forma incorporada se decompõe com maior velocidade, atuando na disponibilidade do fósforo adsorvido no solo. A incorporação de esterco de animais ou outros materiais orgânicos e as práticas de preparo do solo em condições adequadas de umidade podem promover efeitos benéficos nas características físicas do solo, tais como: aumento da microporosidade e retenção de água em solos arenosos (CORRÊA, et al., 2011). Souza e Rezende (2003) ressaltam que o fósforo fica solubilizado pela ação dos ácidos orgânicos formados durante a fermentação e, também, pela ação dos microrganismos.

3.3 Arranjos espaciais

O arranjo ou distribuição espacial das plantas no ambiente de cultivo é considerado como fator preponderante de definição das relações de competição entre as plantas, uma vez que influencia diretamente o crescimento, desenvolvimento e a produtividade da espécie cultivada (KRINSKI, 2001).

Segundo Argenta et al. (2001), o arranjo espacial das plantas pode ser alterado/manipulado através de alterações na população de plantas tanto no espaçamento entre linhas quanto na distribuição de plantas na linha, conferindo os diferentes arranjos espaciais na área de cultivo. Portanto, o melhor arranjo espacial é aquele que possibilita uma distribuição uniforme de plantas no ambiente, para que

sejam capazes de aproveitar melhor os nutrientes, luz e outros fatores associados ao seu hábito e forma de crescimento, tornando-se necessário que esses fatores sejam considerados nas avaliações de interferência de um indivíduo sobre o desenvolvimento do outro, podendo estes ser da mesma espécie ou não (LAÜER, 1994).

A definição do arranjo espacial de plantas, através da diminuição do espaçamento entre fileiras e/ou aumento da densidade populacional, pode ser uma excelente oportunidade para que o produtor aumente a sua rentabilidade sem custos adicionais (PEREIRA et al., 2008). Segundo revisão de Heredia Zárata et al. (2008), a maximização da produção depende, dentre outros fatores, da população empregada, que é função da capacidade suporte do meio e do sistema de produção adotado; do índice e da duração da área foliar fotossinteticamente ativa; da época de semeadura visando satisfazer a cinética de desenvolvimento e crescimento; bem como da adequada distribuição espacial de plantas na área, em conformidade com as características genotípicas. Entretanto, deve ressaltar-se que existe um limite muito tênue na relação adensamento versus vantagem, isto porque, ao ultrapassar este limite, pode haver reduções na produtividade pela competitividade entre plantas (SILVA et al., 2011).

3.4 Custos de produção e rentabilidade

Considerando que a função de produção é a relação que indica a quantidade máxima que se pode obter de um produto, a partir da utilização de uma determinada quantidade de fatores de produção e mediante a escolha do processo de produção mais adequado e que, no caso de um trabalho não ter uma variação uniforme nas unidades é impossível determinar a função de produção, devido ao impedimento para calcular o produto marginal do fator de produção variável (PASSOS e NOGAMI, 2003).

Segundo Melo et al. (2009), em qualquer atividade econômica é essencial o estudo da rentabilidade e o acompanhamento dos custos de produção para a melhor competitividade no mercado, principalmente no meio agrícola, que pode ser fator determinante para o sucesso ou fracasso do produtor. Assim, uma atividade agrícola é interessante quando for lucrativa, ou seja, quando a atividade propiciar retorno financeiro superior ao custo. A rentabilidade consiste, em geral, na comparação da receita com o custo de produção, o que determina a existência ou não de lucro (SILVERIO et al., 2011). Dessa forma, a utilização de cálculo econômico como sugerido por Heid et al. (2015), possibilita que os custos envolvidos na produção da cultura determine o sucesso ou o fracasso do produtor rural.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterizações da área

O trabalho experimental foi conduzido na área do Horto de Plantas Medicinais - HPM, da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados – MS, entre março e novembro de 2017. O HPM situa-se em latitude de 22°11'43,7"S, longitude de 54°56'08,5"W e altitude de 430 m.

O clima da região segundo Köppen-Geiger é classificado como sendo do tipo Am (ALVARES et al., 2013), sendo o somatório das precipitações anuais totais médios maior que 1.500 mm e no mês mais seco menor que 60 mm. As temperaturas e precipitações pluviométricas ocorridas em Dourados - MS no período do experimento são apresentadas na Figura 1.

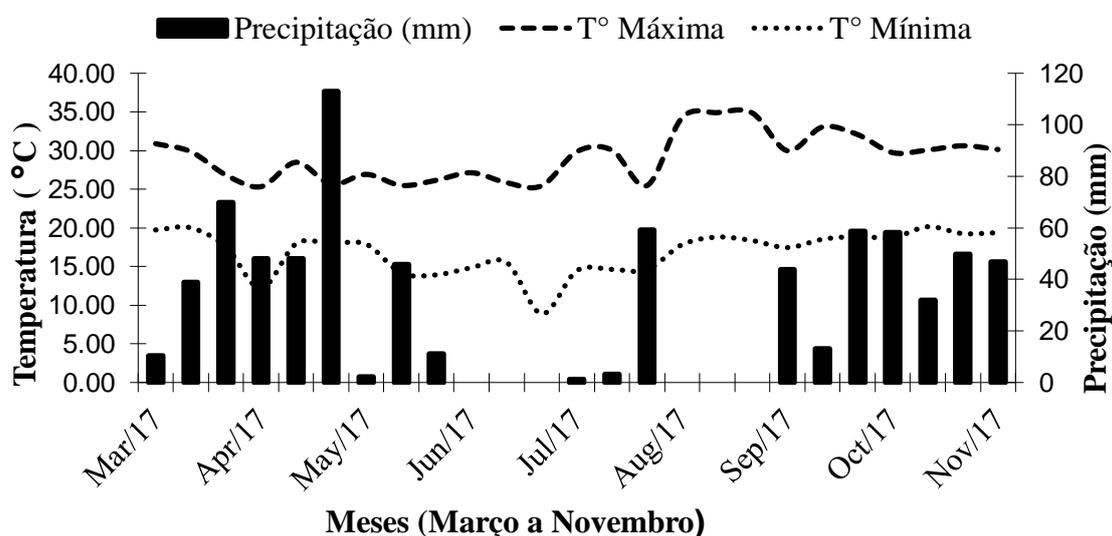


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperaturas máximas e mínimas (°C), por decêndio, no período de março de 2017 a novembro de 2017. Fonte: Estação Meteorológica da UFGD. Dourados – MS, 2017.

O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018) cujos atributos químicos, antes do plantio são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Atributos químicos de amostras do solo colhidas na área experimental antes do plantio da mandioquinha – salsa. UFGD, Dourados-MS, 2017.

Atributos do solo										
pH CaCl ₂	pH H ₂ O	P mg/dm ³	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V%
cmol _c /dm ³										
4,86	5,59	24,30	0,73	0,06	2,50	2,17	4,99	5,41	10,39	52,02

¹Análises realizadas no laboratório de análises de solo da FCA – UFGD.

4.2 Fatores em estudo

Os fatores em estudo foram formas de adição ao solo de cama de frango – CF (cobertura 10 Mg ha⁻¹, incorporado 10 Mg ha⁻¹ e testemunha sem cama de frango) e o arranjo espacial de plantas na área de cultivo (quadrado, retângulo, quadrado triângulo e retângulo-triângulo). Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 3 (formas de adição ao solo de cama de frango) x 4 (arranjos espaciais), no delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições.

As parcelas tiveram área total de 1,80 m² (1,5 m de largura por 1,2 m de comprimento), sendo que a largura efetiva do canteiro foi de 1,0 contendo três fileiras espaçadas em 30 cm perfazendo populações específicas para cada arranjo espacial de plantas em função dos espaçamentos e dos posicionamentos das plantas de maneira específica dentro do canteiro (Figura 2). As populações foram 65.934 plantas ha⁻¹ para arranjo espacial quadrado; 99.000 plantas ha⁻¹ para o arranjo espacial retângulo; 65.868 plantas ha⁻¹ para o arranjo espacial quadrado triângulo e 98.934 plantas ha⁻¹ para o arranjo espacial retângulo triângulo.

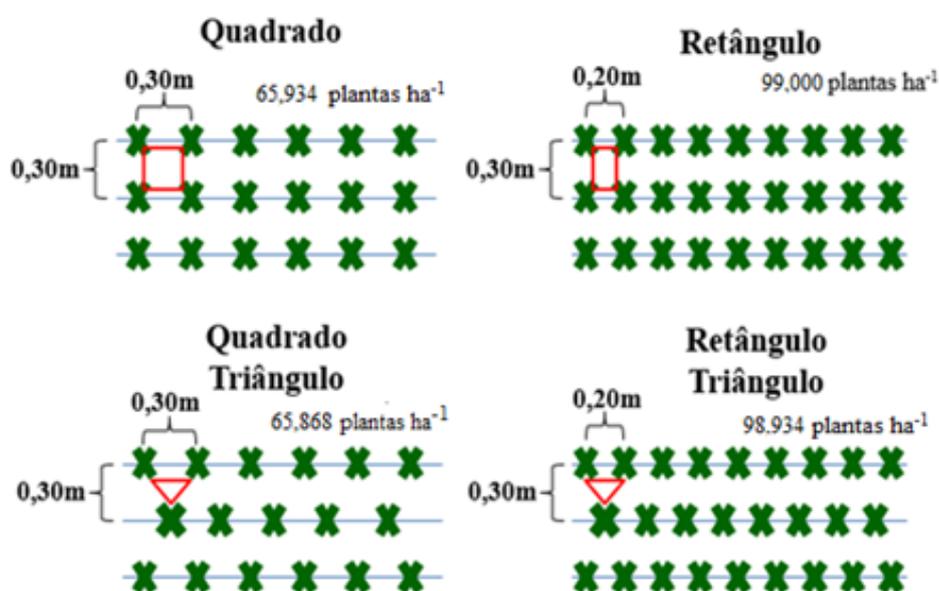


Figura 2. Representação dos arranjos espaciais utilizados na condução do experimento com seus respectivos espaçamentos e população total de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

4.3 Condução no campo

O solo da área experimental foi preparado de forma mecanizada, com aração e gradagem e posterior levantamento dos canteiros com rotoencanteirador. Antes da segunda passagem do rotoencanteirador nos canteiros a dose ao solo de cama de frango

(10 Mg ha⁻¹) correspondente à incorporação ao solo foi espalhada ao lanço de forma uniforme nas parcelas correspondentes ao tratamento.

Para a propagação das plantas foram utilizados rebentos originários de plantas do clone de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, enviadas por produtores da região de Manhuaçu-MG. Os rebentos (mudas) foram selecionados visualmente e classificados pela massa média (Quadro 2), para uniformizar o plantio dentro de cada repetição. No dia do plantio, as mudas foram preparadas como mudas com o corte da parte aérea, deixando-se cerca de 2,0 cm de pseudocaule e um corte transversal da parte basal. No plantio, as mudas foram enterradas em posição vertical, deixando-se o ápice para cima e descoberto cerca de 1,0 cm do pseudocaule (HEREDIA ZÁRATE et al., 2008). Posteriormente, foram distribuída a cama de frango (10 Mg ha⁻¹) sobre o canteiro nas doses dos tratamentos para cobertura do solo, nas parcelas correspondentes.

Quadro 2. Médias de diâmetro, comprimento e massa das mudas de mandioquinha-salsa. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Tamanho de mudas	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Peso (g)
T1	15,34	25,98	4,63
T2	14,34	23,51	4,38
T3	13,32	16,85	3,25
T4	10,79	16,46	2,97

Durante o ciclo da cultura foram realizadas irrigações utilizando o sistema de aspersão, com turnos de rega diários até a brotação das mudas (30 dias após o plantio - DAP) e após esse período, as regas foram realizadas a cada dois dias até aproximadamente 180 dias após o plantio e daí, até o final do ciclo vegetativo das plantas (226 DAP), foram realizadas duas irrigações por semana.

O controle de plantas invasoras foi realizado por capinas com enxada entre os canteiros e manualmente dentro dos canteiros. Não houve infestações de pragas nem infecções por fitopatógenos.

4.4 Avaliações

Para acompanhar o crescimento das plantas de mandioquinha-salsa foram feitas avaliações mensais a partir de 60 dias após o plantio (DAP). Foram mensuradas a altura de planta (medindo-se do solo até o ápice da folha mais alta, com o auxílio de régua graduada em milímetros), do diâmetro do pseudocaule na altura do coleto

(utilizando-se paquímetro digital graduado em milímetros), o índice relativo de clorofila da folha mais alta (com clorofilômetro digital FALKER CFL-1030) e contadas às folhas.

A colheita foi realizada quando as plantas apresentavam em torno de 70% de senescência das folhas, o que ocorreu aos 226 DAP, quando realizaram-se determinações das produções de massas frescas e secas de folhas, rebentos, coroas, raízes comercializáveis (peso \geq 25 gramas) e raízes não comercializáveis (peso $<$ 25 gramas e/ou danificadas); também foram determinados os números de rebentos, de raízes comercializáveis e de raízes não comercializáveis.

4.5 Análise dos dados

Os dados de altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, índice relativo de clorofila e número de folhas foram analisados em esquema de parcelas subdivididas no tempo e quando significativos pelo teste F na análise de variância, foram submetidos à análise de regressão. Os dados obtidos na colheita foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.6 Análise econômica

Os custos de produção foram calculados utilizando-se como base a tabela de custo de produção de plantas de mandioquinha salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresentada por Heid et al. (2015). O custo das mudas foi calculado considerando a massa média dos rebentos (3,80 g) multiplicada pela quantidade de mudas totais em cada arranjo espacial de plantas, acrescido de mais 5% por prováveis perdas e esse total multiplicou-se pelo valor de R\$ 5,00 kg⁻¹ pago pelas mudas aos produtores, em maio de 2017, de acordo com informações obtidas de produtores de rebentos (mudas) e raízes de mandioquinha-salsa da região de Bueno Brandão – (MG). O custo da cama de frango foi calculado com o valor de R\$ 120,00 Mg⁻¹ pago em Dourados-MS com frete, na época de implantação do experimento (março de 2017).

Para determinar o custo da mão de obra foi considerada a quantidade de homens por dia (H/D) para realizar cada trabalho, multiplicado pelo valor da mão de obra temporária (R\$ 80,00 dia⁻¹) pago em Dourados-MS, na época de desenvolvimento do experimento. 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.

A determinação dos custos fixos foi composta pela benfeitoria (30% do arrendamento de terra multiplicado pelo tempo de arrendamento de oito meses) e remuneração da terra (custos de arrendamento de terra de R\$ 150,00 ha/mês, multiplicado pelo tempo de arrendamento de oito meses).

Os custos adicionais ou outros custos foram efetuados considerando o acréscimo de 10% sobre os custos variáveis para imprevistos e 5% para efeitos de administração. Também foram calculados os juros referentes ao FCO (Fundo Constitucional de Financiamento do Centro – Oeste) para o pequeno produtor, considerando o juro mensal de 0,46% (BANCO DO BRASIL, 2018) multiplicado pelo total dos custos de produção no tempo de uso da área.

Para determinar a renda bruta foram utilizadas as produções de massa fresca de raízes comercializáveis e o preço de R\$ 6,00 kg⁻¹, correspondente a 60% do valor médio (R\$ 10,00) de oferta ao consumidor nos supermercados de Dourados – MS em 2018. A renda líquida foi calculada pela renda bruta menos os custos de produção por hectare cultivado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento de plantas

A altura de plantas, o diâmetro do pseudocaule e o número de folhas das plantas de mandioquinha-salsa foram influenciados significativamente pela interação épocas de avaliação, formas de adição ao solo da cama de frango e arranjo espacial de plantas. O índice relativo de clorofila foi influenciado pelas interações épocas e formas de adição ao solo da cama de frango e pelas épocas e arranjo espacial de plantas (Quadro 3).

Quadro 3. Resumos das análises de variância de altura de plantas (ALT), diâmetro do coleto (DIAM), número de folhas (NFOL) e índice relativo de clorofila (CLO), de plantas de mandiocinha-salsa cultivadas em solo com diferentes formas de adição de cama de frango e com diferentes arranjos espaciais de plantas em diferentes épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		ALT	DIAM	NFOL	GL	CLO
ARRANJO	3	579,07*	1193.20*	1018,67*	3	67,93*
CAMA	2	38,73*	58.43	27,67	2	18,45
ARRANJO ^x CAMA	6	24,54*	58.87	88,67*	6	29,25
BLOCO	3	673,76*	4133.10*	1216,86*	3	853,79
ERRO (a)	33	8,86	42.05*	16,96*	33	8,04*
EPOCA	5	2578,44*	35080.47*	5076,68*	4	291,44*
EPOCA ^x ARRAN	15	53,34*	134.02*	198,41*	12	48,73*
EPOCA ^x CAMA	10	17,70	128.61*	18,13	8	34,70*
EPOCA ^x ARRANJO ^x CAMA	30	20,29*	80.68*	33,24*	24	6,44
RESIDUO	180	11,81	37.12	20,66	144	10,82
C.V.1 (%)	-	15,18	17,21	27,84	-	7,97
C.V.2 (%)	-	17,53	16,17	30,73	-	9,24

F.V. -Fontes de variação; G.L.- graus de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; * - significativo a 5% pelo teste F.

As alturas de plantas apresentaram curvas de crescimento quadráticas exceto as do tratamento arranjo espacial de plantas retângulo e adição ao solo de cama de frango de forma incorporada (Figura 3), que teve crescimento linear.

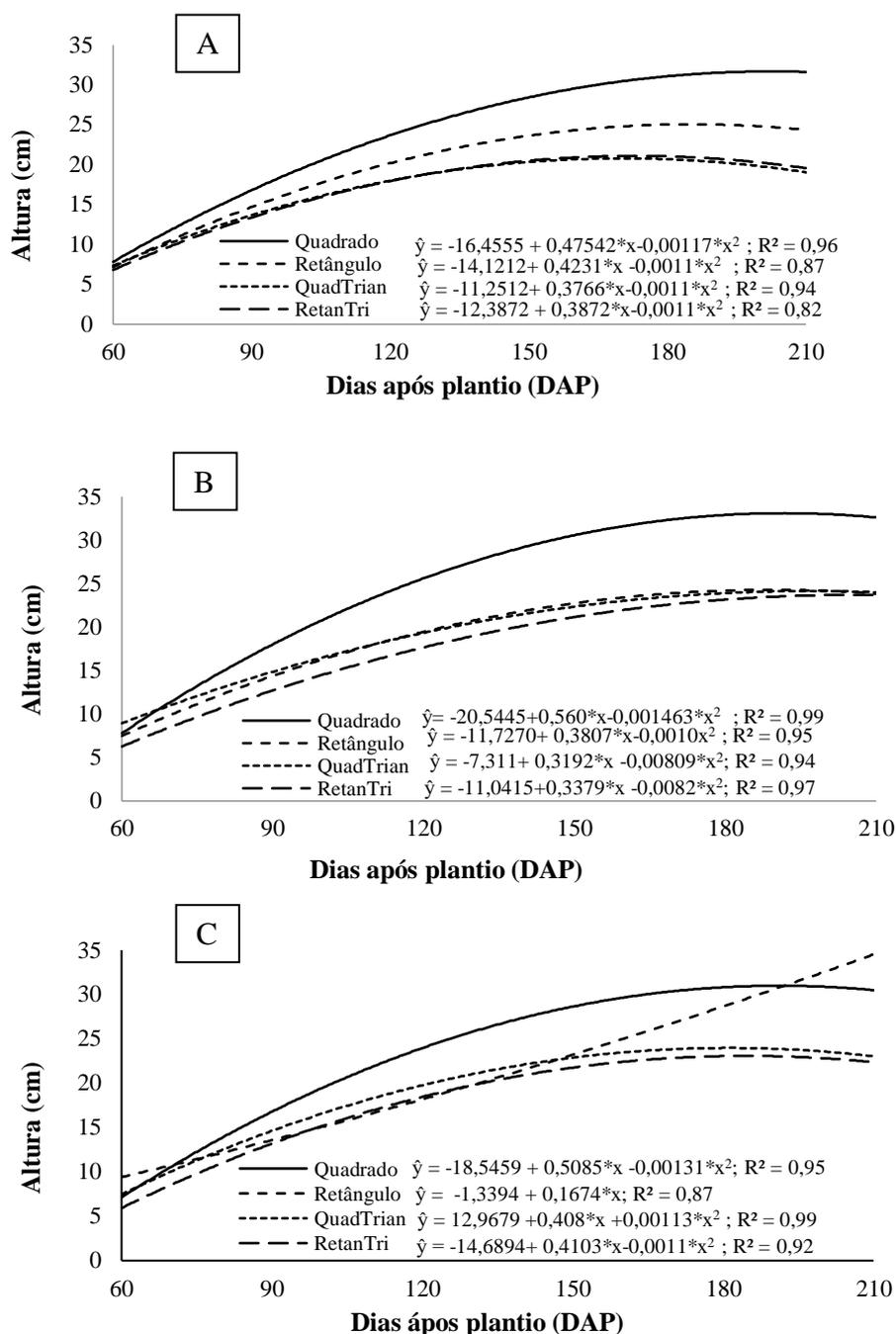


Figura 3. Altura (cm) de plantas de mandioca-salsa cultivadas em solo sem a cama de frango (A), em cobertura (B) ou incorporado (C) e diferentes arranjos espaciais de planta e épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

A maior altura máxima das plantas de mandioca-salsa foi das plantas cultivadas em solo coberto com cama de frango (33,01 cm), aos 186 dias após o plantio - DAP, quando cultivadas no arranjo espacial quadrado e a menor altura máxima (20,74 cm) aos 189 DAP, nas plantas de mandioca-salsa cultivadas em solo sem adição de cama de frango e com o arranjo espacial quadrado-triângulo aos 189 DAP (Figura 3). Os valores máximos e mínimos das alturas das plantas obtidos neste estudo foram

inferiores aos resultados 43,67 a 21,89 cm, respectivamente, relatados por Sedyama et al. (2009), quando estudaram a produção de clones de mandioca-salsa em função da aplicação de agrosilício.

Os diâmetros do pseudocaule das plantas de mandioca-salsa apresentaram respostas variadas em relação aos tratamentos estudados (Figura 4). Os valores máximos de diâmetro do pseudocaule (85,26 mm) foram das plantas de mandioca-salsa cultivadas em solo com adição da cama de frango de forma incorporada e arranjo espacial quadrado aos 210 DAP e os menores valores foram das plantas cultivadas em solo com adição de cama de frango em cobertura e arranjo espacial retângulo (61,59 mm) aos 210 DAP (Figura 4).

O menor adensamento de plantas (arranjo quadrado) induziu o maior desenvolvimento em diâmetro do pseudocaule, o que provavelmente ocorreu pela maior taxa de luminosidade e incidência solar, permitindo maior área fotossintética e ao decorrer do processo de senescência, as plantas tendem a transportar e armazenar os fotoassimilados na forma de amido em seus órgãos de reserva passando por órgãos intermediários, como caso do pseudocaule, conferindo a este maior espessura (TAIZ et al., 2017).

Com relação à cama de frango, esse resultado pode ser explicador pelo fato de que adição ao solo na forma incorporada deve ter proporcionado mudanças na aeração e na capacidade de retenção de água, aumentando a atividade dos processos microbianos no solo, favorecendo maior desenvolvimento das plantas (KIEHL, 2010).

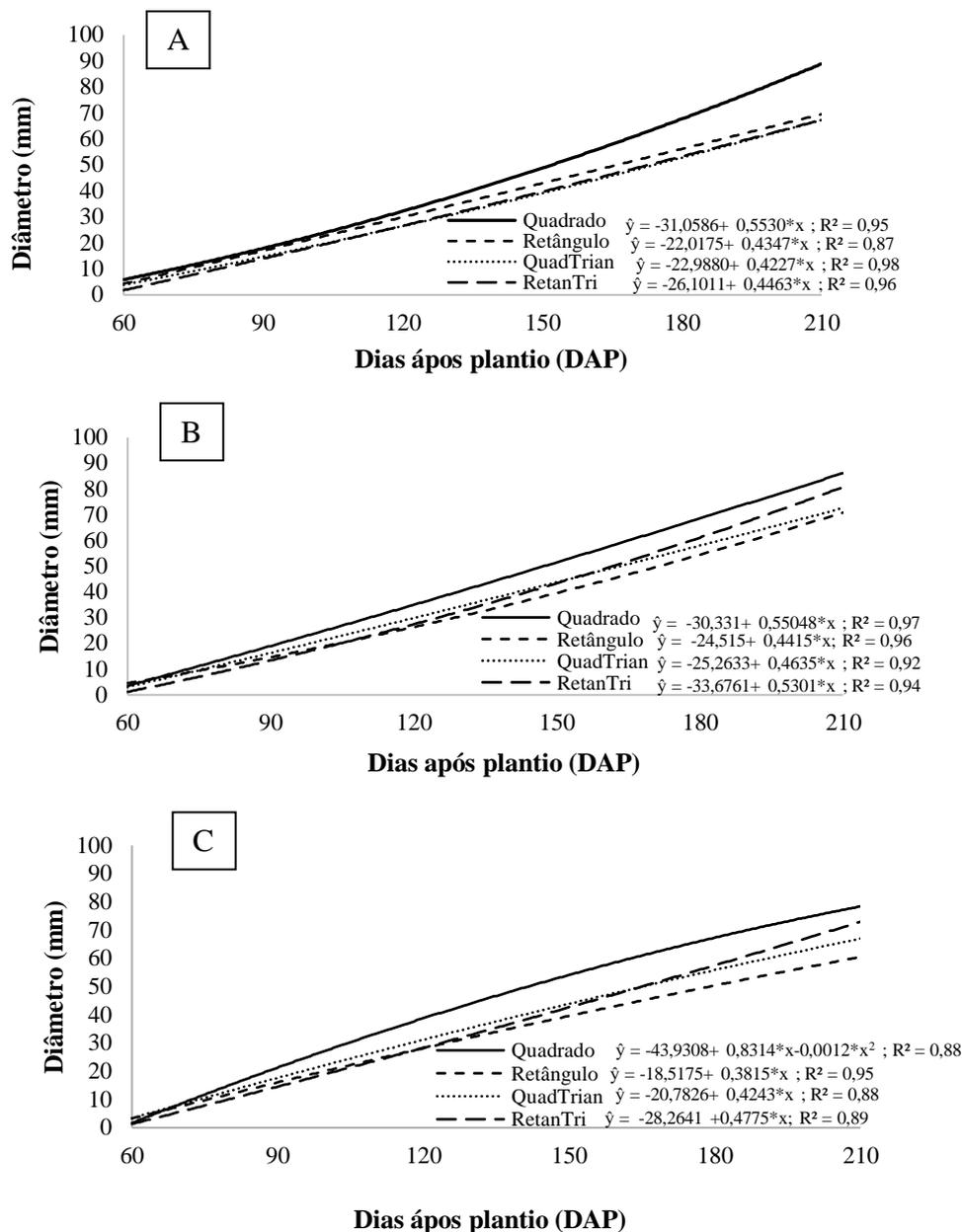


Figura 4. Diâmetro (mm) do pseudocaule de plantas de mandioca-salsa cultivadas em solo sem a cama de frango (A), em cobertura (B) ou incorporado (C) e diferentes arranjos espaciais de planta e épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Os números de folhas das plantas de mandioca-salsa apresentaram respostas variáveis em relação aos tratamentos estudados (Figura 5). O maior número de folhas (39,14 folhas por planta) foi das plantas cultivadas com o arranjo espacial quadrado e a forma de adição ao solo de cama de frango em cobertura aos 210 DAP, e o menor número (20,63 folhas por planta) nas plantas cultivadas sem a CF e arranjo espacial quadrado triângulo, aos 210 DAP (Figura 5). A cama de frango quando usada em cobertura, pode ter favorecido para uma menor perda de água por evaporação e

menos oscilações de temperatura, contribuindo para o maior desenvolvimento das plantas (HEREDIA ZÁRATE et al., 2012).

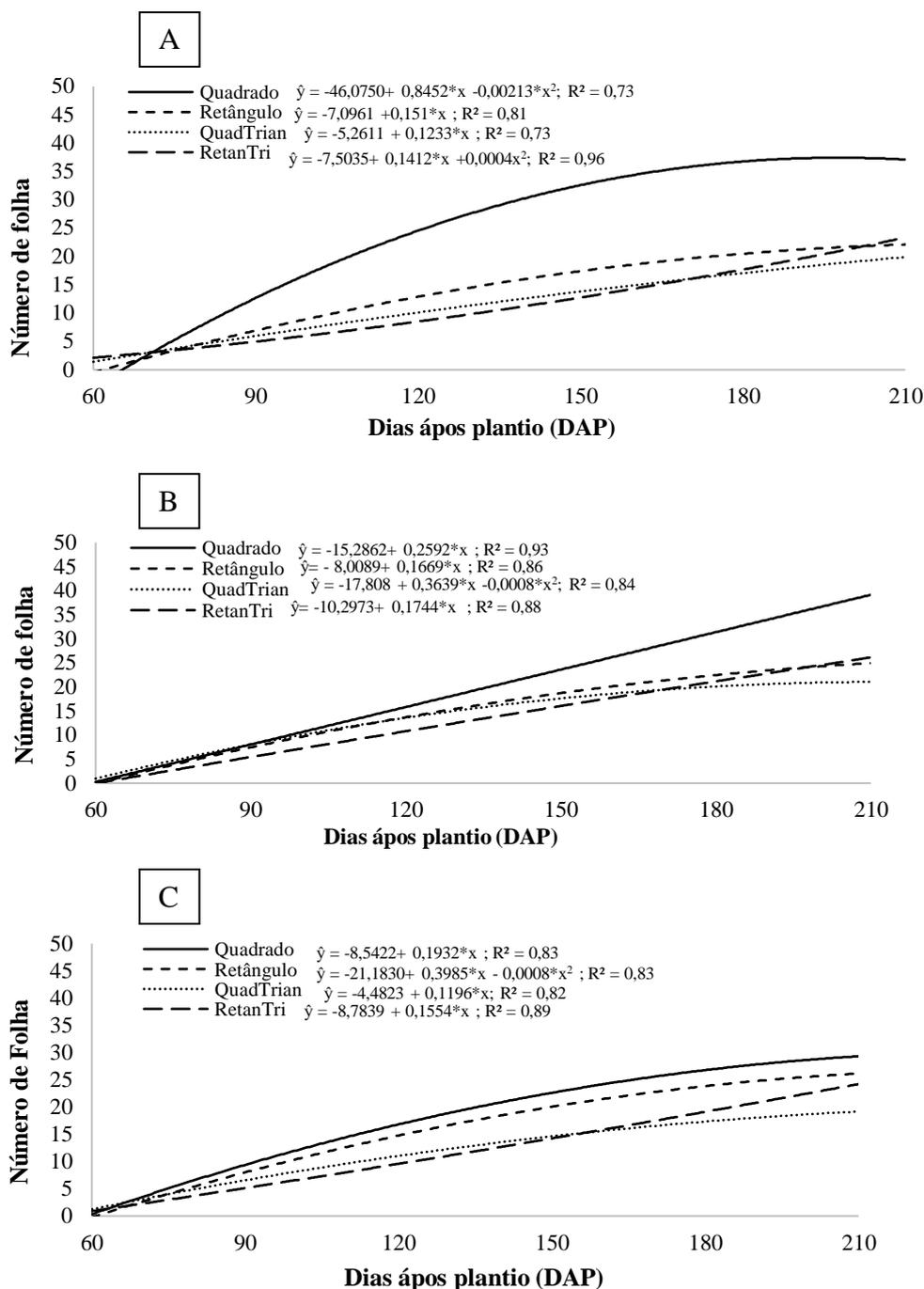


Figura 5. Número folhas de plantas de mandiquinha-salsa cultivadas em solo sem a cama de frango (A), em cobertura (B) ou incorporado (C) e diferentes arranjos espaciais de planta e épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

O maior índice relativo de clorofila foi de 40,49 aos 178 DAP, observado nas plantas de mandiquinha-salsa cultivada no arranjo espacial quadrado (Figura 6), menor valor confirmando que a forma como as plantas são dispostas no ambiente de cultivo podem influenciar no índice de clorofila presente nas folhas (LUQUI, 2019).

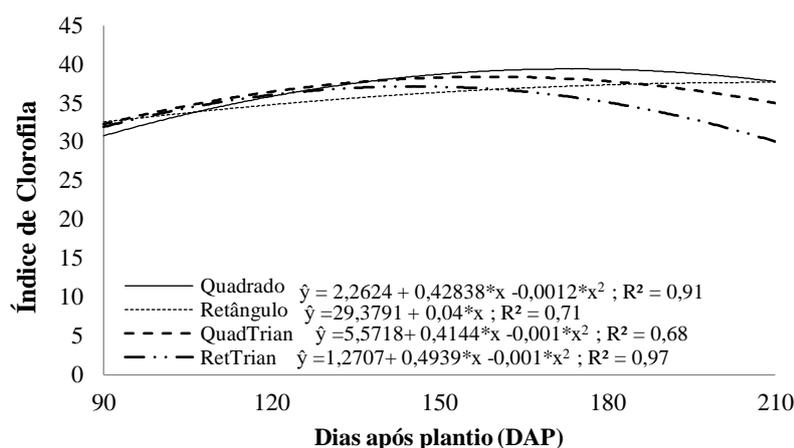


Figura 6. Índice relativo de clorofila (SPAD) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes arranjos espaciais de plantas em função de épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

As plantas cultivadas em solo com adição de cama de frango em cobertura apresentaram o maior índice relativo de clorofila (41,41) aos 183 DAP (Figura 7), porém esse valor pouco se diferenciou dos valores máximos obtidos para os tratamentos sem adição da cama de frango e a adição na forma incorporada as quais apresentaram máximos de 35,31 e 35,33 respectivamente, caracterizando-se como um fator intrínseco da espécie.

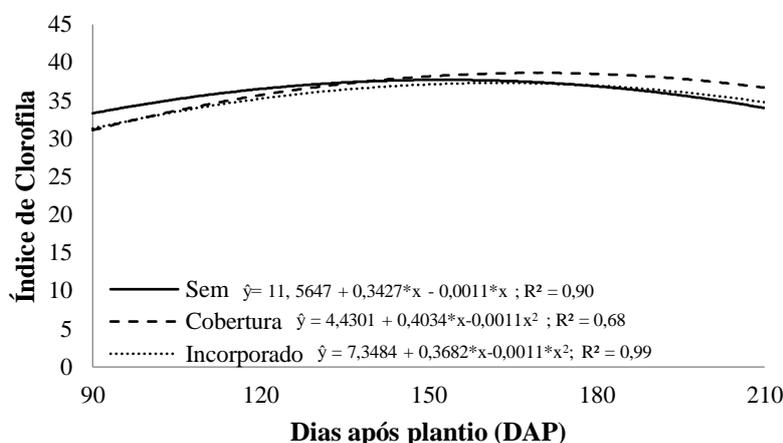


Figura 7. Índice de clorofila (SPAD) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango em função de épocas de avaliação. UFGD, Dourados – MS, 2017.

5.2 Produtividade

As massas frescas de rebentos, coroas e de raízes comercializáveis das plantas de mandioquinha-salsa foram influenciadas significativamente pelas interações arranjo espaciais de plantas e formas de adição ao solo de cama de frango. A massa fresca de

folhas foi influenciada significativamente pelas formas de adição ao solo de cama de frango e a massa fresca de raízes não comercializáveis foi influenciada significativamente pelo arranjo de plantas (Quadro 5).

Quadro 5. Resumo da análise de variância das massas frescas de folhas (MFF), rebentos (MFREB) e coroas (MFC) e raízes comercializáveis (MFRC) e de raízes não comercializáveis (MFRNC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		MFF	MFREB	MFC	MFRC	MFRNC
ARRANJO	3	17,15	16,52	0,64	13,40	5,12*
CAMA	2	50,16*	31,37	3,13*	145,71*	1,37
ARRANJO×CAMA	6	29,95	27,80*	0,90*	22,21*	1,28
BLOCO	3	452,07	207,89	8,43	256,34	16,17
RESÍDUO	33	15,26	10,34	0,24	3,21	0,73
C.V. (%)	-	35,82	45,56	18,85	19,83	30,66

F.V. -Fontes de variação; G.L.- graus de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; * - significativo a 5% pelo teste F.

As maiores massas frescas de rebentos das plantas de mandioquinha-salsa ($12,66 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi das plantas cultivadas em solo sem acama de frango (CF) e arranjo espacial de plantas retângulo-triângulo sendo maior em $8,82 \text{ Mg ha}^{-1}$ em relação ao menor valor encontrado que foi das plantas cultivadas sem a CF e arranjo espacial de plantas quadrado-triângulo (Quadro 6). Esses resultados podem ter relação com o maior número de plantas por unidade de área e coincide com o relatado por Torales et al. (2010), que ao estudarem diferentes densidades de plantio em mandioquinha-salsa (66.000 e 99.000 plantas ha^{-1}) obtiveram o maior valor ($8,49 \text{ Mg ha}^{-1}$) de massa fresca de rebentos com o uso da maior densidade de plantas (99.000 plantas ha^{-1}).

Quadro 6. Massas frescas de rebentos (MFREB) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa fresca de rebento (Mg ha^{-1})				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Formas de adição de cama de frango				
Sem	10,46Aa	7,58ABa	3,84Ba	12,66Aa
Cobertura	6,72Aa	5,37Aa	5,39Aa	6,36Ab
Incorporada	5,97Aa	5,14Aa	9,11Aa	6,13Ab
C. V. (%)	45,56			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

As maiores massas frescas de coroa ($3,67 \text{ Mg ha}^{-1}$) e de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa ($14,20 \text{ Mg ha}^{-1}$) foram das plantas cultivadas em solo com a incorporação da cama de frango e arranjo espacial retângulo, sendo superior em $1,85 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $10,80 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente, em relação aos menores valores, que foram das plantas cultivadas em solo sem CF e arranjo espacial quadrado triângulo e quadrado, respectivamente (Quadro 7 e 8). Esses resultados sugerem que a cama de frango na forma incorporada pode ter melhorado os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo (KIEHL, 2010), conseqüentemente aumentando a capacidade fisiológica e refletindo no aumento de coroas e raízes comercializáveis das plantas de mandioquinha-salsa (Quadro 8). Aliado a esses benefícios o maior número de indivíduos no arranjo espacial retângulo, favoreceu o aumento da produtividade.

Quadro 7. Massa fresca de coroas (MFC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa fresca de coroa (Mg ha^{-1})				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Formas de adição de cama de frango				
Sem	1,96Ab	2,45Ab	1,82Aa	2,33Ab
Cobertura	3,34Aa	2,28Bb	2,67Aba	3,23Aba
Incorporada	2,63Bab	3,67Aa	2,50Ba	2,96ABab
C. V. (%)	18,85			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Quadro 8. Massas frescas de raízes comercializáveis (MFRC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa fresca de raiz comercializável (Mg ha^{-1})				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Formas de adição de cama de frango				
Sem	3,40Bb	5,51ABc	5,95ABb	7,37Ab
Cobertura	12,77Aa	9,33Bb	10,29ABa	11,12Aba
Incorporada	10,17BCa	14,20Aa	6,76Cb	11,62Aba
C. V. (%)	19,83			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A maior massa fresca de folhas (MFF) de plantas de mandioquinha-salsa foi das plantas cultivadas em solo com cama de frango incorporada (12,41 Mg ha⁻¹) com aumento de 3,45 Mg ha⁻¹, em relação ao menor valor (8,96 Mg ha⁻¹) que foi das plantas cultivadas em solo sem a cama de frango (Quadro 9). Valadão et al. (2011) relatam que o uso de cama de frango, semidecompostas ou compostadas, tendem a induzir maiores alterações dos atributos físicos e químicos do solo que favorecem o desenvolvimento das plantas.

Quadro 9. Massas frescas de folhas (MFF) e de raízes não comercializáveis (MFRNC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Fatores em estudo	MFF	MFRNC
	Mg ha ⁻¹	
Formas de adição de cama de frango		
Sem	8,96 b	3,13 a
Cobertura	11,35 ab	2,70 a
Incorporada	12,41 a	2,58 a
Arranjo espacial		
Quadrado	10,61 a	2,85 a
Retângulo	12,62 a	3,25 a
Quadrado Triângulo	9,83 a	1,86 b
Retângulo Triângulo	10,56 a	3,26 a
C.V. (%)	35,82	30,66

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, para forma de adição ao solo de cama de frango e para arranjo espacial de plantas, a 5% de probabilidade.

As maiores massas frescas de raízes não comercializáveis foram das plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com arranjo espacial retângulo triângulo (3,26 Mg ha⁻¹) e retângulo (3,25 Mg ha⁻¹) o menor valor (1,86 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas com o arranjo quadrado-triângulo (Quadro 8). Esse aumento obtido é provavelmente causado pelo maior número de plantas por área, obtidas nos arranjos espaciais, retângulo (99.000 plantas ha⁻¹) e retângulo triângulo (98.934 plantas ha⁻¹), sendo maiores em relação ao quadrado triângulo (65.868 plantas ha⁻¹) e ao quadrado (65.934 plantas ha⁻¹), e não pelo aumento da matéria individual de cada planta, tal como observaram Heredia Zárte et al. (2009), ao estudarem a produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades (66.000 e 99.000 plantas ha⁻¹) de plantio.

As massas secas de folhas, rebentos, coroas e raízes comercializáveis foram influenciadas significativamente pela interação formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas. A massa seca de raízes não comercializáveis foi influenciada apenas pelo fator arranjo de plantas (Quadro 10).

Quadro 10. Resumo da análise de variância das massas secas de folhas (MSF), coroas (MSC), rebentos (MSREB), raízes comercializáveis (MSRC) e raízes não comercializáveis (MSRNC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		MSF	MSREB	MSC	MSRC	MSRNC
ARRANJO	3	0,38	0,56	0,25	0,50*	0,22*
CAMA	2	0,23	0,91	0,12*	6,22*	0,08
ARRANJO×CAMA	6	0,43*	0,87*	0,40*	1,23*	0,06
BLOCO	3	4,34	4,95	0,34	10,12	0,72
RESÍDUO	33	5,65	0,30	0,01	0,16	0,03
C.V. (%)	-	39,25	49,27	21,48	22,31	31,76

F.V. -Fontes de variação; G.L.- graus de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; * - significativo a 5% pelo teste F.

As maiores massas secas de folhas (1,59 Mg ha⁻¹) foram das plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solo com cama de frango na forma incorporada e arranjo espacial retângulo, superando em 1,08 Mg ha⁻¹ ao menor valor (0,51 Mg ha⁻¹) observado nas plantas cultivadas em solo com CF incorporada e arranjo espacial quadrado-triângulo (Quadro 11). Esses resultados podem ter relação com as alterações no número de plantas no ambiente de cultivo que proporcionam distribuições diferenciadas de luminosidade nos vários estratos do dossel vegetativo da cultura, proporcionando alterações nos padrões da utilização da energia solar (CROTHERS e WESTERMANN, 1976), conseqüentemente na fotossíntese das plantas e sua respectiva produção.

Quadro 11. Massa seca de folhas (MSF) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Fatores em estudo	Massa seca folha (Mg ha ⁻¹)			
	Arranjo Espacial		Arranjo Espacial	
Formas de adição de cama de frango	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Sem	0,63Ab	1,21Aa	0,87Aa	0,95Aa
Cobertura	1,14Aab	0,93Aa	1,05Aa	1,33Aa
Incorporada	1,43Aa	1,59Aa	0,51Ba	1,01Aba
C. V. (%)	39,25			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A maior massa seca de rebentos de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solo sem a CF e arranjo espacial de plantas retângulo-triângulo, que superou em

1,47 Mg ha⁻¹ o menor valor (0,60 Mg ha⁻¹), observado nas plantas cultivadas em solo sem CF e arranjo espacial quadrado-triângulo (Quadro 12). Esses resultados podem estar relacionados ao maior número de plantas na área que possibilita maior interceptação solar, e produtividade pelo número de indivíduos.

Quadro 12. Massas secas de rebentos (MSREB) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017-2019.

Massa seca de rebento (Mg ha ⁻¹)				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Formas de adição de cama de frango				
Sem	1,74Aa	1,13Aba	0,60Ba	2,07Aa
Cobertura	1,16Aa	0,72Aa	0,80Aa	1,06Ab
Incorporada	0,80Aa	0,84Aa	1,50Aa	0,93Ab
C. V. (%)	49,27			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A maior massa seca de coroa (0,75 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas em solo com CF incorporada e arranjo espacial retângulo, superando em 0,39 Mg ha⁻¹ o menor valor (0,36 Mg ha⁻¹) encontrado nas plantas do tratamento sem CF no solo e arranjo espacial quadrado-triângulo (Quadro 13). Com relação ao uso de cama de frango, esses resultados corroboram com o trabalho de Heid et al. (2015), que estudando os efeitos da adição de cama de frango na mandioquinha-salsa, observaram aumentos nas produções de massa seca de folhas, coroas e rebentos com o uso de cama de frango, atribuindo esse resultado ao fato de que a adição da cama de frango de forma incorporada que deve ter auxiliado na disponibilização de nutrientes.

Quadro 13. Massa seca de coroas (MSC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa Seca de Coroa (Mg ha ⁻¹)				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Formas de adição de cama de frango	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo
Sem	0,42Ab	0,51Ab	0,36Ab	0,51Aa
Cobertura	0,71Aa	0,63Ab	0,58Aa	0,49Aa
Incorporada	0,50Bb	0,75Aa	0,54ABab	0,65Aba
C. V. (%)	21,48			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A maior massa seca de raízes comercializáveis foram das plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solo com cama de frango incorporada e arranjo espacial de plantas retângulo, superando em 2,29 Mg ha⁻¹, em relação ao menor valor (0,67 Mg ha⁻¹), que foi das plantas cultivadas em solo sem adição de CF e com arranjo espacial quadrado (Quadro 14), seguindo a mesma tendência de produção da massa fresca de raízes comercializáveis (Quadro 8). Esses resultados coincidem com o relatado por Luqui (2019), que ao avaliar a produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes arranjos de plantas, obteve a maior massa seca (2,75 Mg ha⁻¹) de raízes comercializáveis de plantas de mandioquinha-salsa, com os arranjo espacial de plantas retângulo.

Quadro 14. Massas secas de raízes comercializáveis (MSRC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa seca de raiz comercializável (Mg ha ⁻¹)				
Fatores em estudo	Arranjo Espacial			
	Formas de adição de cama de frango	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo
Sem	0,67Bc	1,13Abc	1,15ABb	1,53Ab
Cobertura	2,83Aa	1,86Bb	2,17Aba	2,16ABab
Incorporada	1,87BCb	2,96Aa	1,38Cb	2,33Aba
C. V. (%)	22,31			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e diferentes arranjos espaciais de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A maior massa seca de raízes não comercializáveis de plantas de mandioquinha-salsa foi de 0,70 Mg ha⁻¹ no cultivo com o arranjo espacial retângulo e o menor valor (0,40 Mg ha⁻¹) foi das plantas cultivadas com o arranjo espacial quadrado-triângulo (Quadro 15). Ressalta-se que às diferenças nas populações de plantas podem

influenciar na produção de massa das raízes não comercializáveis, pois as plantas mesmo que produzindo poucas raízes fora de padrões comerciais (massas inferiores e formatos irregulares aos aceitos no mercado) a somatória total pelo elevado número de plantas ha⁻¹ induz o aumento total das raízes não comercializáveis.

Apesar de não haver influência significativa para formas de adição da cama de frango foi observado que as plantas cultivadas em solo sem adição da cama de frango foram as que produziram maior MSRNC (0,67 Mg ha⁻¹).

Quadro 15. Massa seca de raiz não comercializável (MSRNC) de plantas de mandioca-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Massa seca de raiz não comercializável (Mg ha ⁻¹)	
Fatores em estudo	MSRNC
Formas de adição de cama de frango	
Sem	0,67 a
Cobertura	0,56 a
Incorporada	0,53 a
Arranjo Espacial	
Quadrado	0,58 ab
Retângulo	0,70 a
Quadrado Triângulo	0,40 b
Retângulo Triângulo	0,66 a
C.V. (%)	31,76

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para forma de adição ao solo de cama de frango e para arranjo espacial de plantas, a 5% de probabilidade.

Os números de rebentos e de raízes comercializáveis foram influenciados significativamente pela interação arranjo de plantas e adição de cama de frango ao solo, e o número de raiz não comercializável foi influenciado apenas pelo fator isolado arranjo de plantas (Quadro 16).

Quadro 16. Resumo da análise de variância de número ($\times 1000$) de rebentos (NREB), raízes comercializáveis (NRC) e raízes não comercializáveis (NRNC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO		
		NREB	NRC	NRNC
ARRANJO	3	77,54*	2,80	29,87*
CAMA	2	6,76*	18,12*	2,09
ARRANJO \times CAMA	6	25,57*	7,41*	5,39
BLOCO	3	39,7	46,66	12,89
RESÍDUO	33	10,87	11,00	3,89
C.V. (%)	-	17,71	20,30	18,32

F.V. -Fontes de variação; G.L.- graus de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; * - significativo a 5% pelo teste F.

Os maiores números de rebentos ($734,25$ mil ha^{-1}) (Quadro 17) e de raízes comercializáveis de mandioquinha salsa ($239,25$ mil ha^{-1}) (Quadro 18) foram das plantas cultivadas em solo com CF incorporada e arranjo espacial de plantas retângulo, sendo superior em $338,25$ mil ha^{-1} e $126,25$ mil ha^{-1} , respectivamente, em relação aos menores valores, que foram obtidos nas plantas cultivadas em solo no cultivo sem CF e arranjo espacial quadrado, respectivamente. Luqui (2019) relata que o fato de os maiores números de rebentos observados nas plantas cultivadas na configuração geométrica retângulo e/ou retângulo triângulo mostra que os menores espaçamentos podem promover elevação na densidade de plantas por área, e consequentemente induzirem maiores produções em volume ou em número por hectare.

Quadro 17. Número de rebentos (NREB) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Fatores em estudo	Número de Rebentos ($\times 1000$ ha^{-1})			
	Formas de adição de cama de frango	Arranjo Espacial		
		Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo
Sem	396,00Bb	684,75Aa	467,55ABa	516,42ABb
Cobertura	660,00Aa	635,25Aa	571,45Aa	699,16Aa
Incorporada	627,00ABa	734,25Aa	446,77Ba	627,65ABab
C. V. (%)		17,71		

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Quadro 18. Número de raiz comercializável (NRC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Fatores em estudo	Número de raiz comercializável (x1000 ha ⁻¹)			
	Arranjo Espacial		Arranjo Espacial	
Formas de adição de cama de frango	Quadrado	Retângulo	Quadrado Triângulo	Retângulo Triângulo
Sem	77,00Bc	123,75ABb	150,65Aab	150,95Aa
Cobertura	220,00Aa	173,25Ab	181,82Aa	182,73Aa
Incorporada	159,50BCb	239,25Aa	114,29Cb	190,68ABa
C. V. (%)	20,30			

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para formas de adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas, respectivamente, a 5% de probabilidade.

O maior número de raiz não comercializável foi das plantas cultivadas com a configuração geométrica retângulo, superando as demais configurações (Quadro 19). Entretanto não foram observadas diferenças significativas para as formas de adição ao solo de cama de frango para essa variável.

Quadro 19. Número de raiz não comercial (NRNC) de plantas de mandioquinha-salsa cultivadas com diferentes formas de adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas. UFGD, Dourados – MS, 2017.

Fatores em estudo	NRNC
Formas de adição de cama de frango	
Sem	377,66 a
Cobertura	346,89 a
Incorporada	327,49 a
Arranjo Espacial	
Quadrado	333,66 b
Retângulo	409,75 a
Quadrado Triângulo	290,29 b
Retângulo Triângulo	328,39 b
C.V. (%)	18,32

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para forma de adição ao solo de cama de frango e para arranjo espacial de plantas, a 5% de probabilidade.

O fato de os maiores números de rebentos (Quadro 17) e de raízes comercializáveis (Quadro 18) e não comercializáveis (Quadro 19) de mandioquinha-salsa terem sido das plantas cultivadas na configuração geométrica retângulo mostra que as maiores densidades promoveram elevação na quantidade de plantas por área, e consequentemente induziram maiores produções em número por hectare. Esses resultados estão de acordo com Fontes et al. (2012) que, ao avaliarem a produtividade

de batata em resposta às variações no espaçamento entre linhas, observaram que a quantidade de tubérculo comercial por área decresceu exponencialmente com a diminuição da densidade de plantas.

5.3 Avaliação agroeconômica

5.3.1 Custos de produção

Os custos estimados para se cultivar 1,0 hectare de plantas de mandioquinha - salsa em solo com e sem a adição de cama de frango e com diferentes arranjos espaciais (quadrado, retângulo, quadrado triângulo e retângulo triângulo) variaram em R\$ 6.561,47 entre o maior custo (R\$ 22.530,66), que foi das plantas cultivadas em solo com adição de cama de frango incorporada e arranjo espacial retângulo (Quadros 22) e o menor custo (R\$ 15.489,19), que correspondeu ao cultivo das plantas em solo sem cama de frango e arranjo espacial quadrado triângulo (Quadro 20).

Os custos variáveis corresponderam à soma dos custos com insumos, mão de obra e maquinários que representaram 72,83% (R\$ 11.280,80) do custo total de produção para o cultivo das plantas em solo sem a cama de frango e com arranjo espacial quadrado triângulo, que foi o de menor custo de produção (Quadro 20) e de 76,44% (R\$ 17.225,20) em relação ao maior custo de produção que foi do cultivo em solo com cama de frango incorporada e arranjo espacial retângulo (Quadro 22).

Os gastos com insumos (mudas e cama de frango) corresponderam a 8,52% (R\$ 1.320,80) do custo total quando as plantas de mandioquinha-sala foram cultivadas em solo sem a cama de frango e arranjo espacial quadrado triângulo e de 14,13% (R\$ 3.185,20) para o cultivo em solo com incorporação de cama de frango e arranjo espacial retângulo.

O custo com mão de obra foi referente ao preparo das mudas, plantio, distribuição de cama de frango quando necessário, irrigação, capinas e colheita e representou 55,78% (R\$ 8.640,00) do custo total para o cultivo das plantas em solo sem incorporação de cama de frango e com arranjo espacial quadrado triângulo, e, de 54,39% (R\$ 12.480,00) nas plantas cultivadas com a cama de frango incorporada ao solo e arranjo espacial retângulo. Assim, o cultivo das plantas de mandioquinha-salsa mostra ser um importante gerador de empregos no meio agrícola por requisitar uma grande demanda de mão de obra para a execução dos diferentes tratos culturais (HEID et al., 2015).

Os custos fixos (R\$ 1.710,00) foram referentes à benfeitoria e à remuneração da terra, sendo responsáveis por 7,67% do custo total no tratamento com incorporação ao solo de cama de frango e arranjo espacial de plantas retângulo. No tratamento sem adição de cama de frango e arranjo espacial de plantas quadrado triângulo os custos fixos representaram 11,04% do custo total.

QUADRO 20. Custos de produção de um hectare de plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandai’, cultivadas sem adição ao solo de cama de frango e arranjos espaciais de plantas, colhidas aos 226 dias após o plantio. Dourados - MS, UFGD, 2017.

Sem aplicação de cama de frango								
Componentes do custo	Quadrado		Retângulo		Quadrado Triângulo		Retângulo Triângulo	
1. Custos Variáveis	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)
Insumos								
¹ Mudas	264,43	1.322,15	397,04	1.985,20	264,16	1.320,80	396,78	1.983,90
Soma		1.322,15		1.985,20		1.320,80		1.983,90
Mão de obra								
Preparo de mudas (D/H)	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00
Plantio (D/H)	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00
Irrigação (D/H)	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00
Capinas (D/H)	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00
Colheita (D/H)	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00
Soma		8.640,00		11.680,00		8.640,00		11.680,00
Maquinários								
Bomba de irrigação	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00
Trator preparo (solo)	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00
Trator auxílio colheita	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00
Soma		1.320,00		1.320,00		1.320,00		1.320,00
Subtotal 1(R\$)		11.282,15		14.985,20		11.280,80		14.983,90
2. Custos Fixos								
Benfeitoria	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00
² Remuneração da terra	1,00 ha	1.350,00	1,00 há	1.350,00	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00
Subtotal 2(R\$)		1.710,00		1.710,00		1.710,00		1.710,00
Soma total 1		12.992,15		16.695,20		12.990,80		16.693,90
3. Outros custos								
Imprevistos (10%ST1)		1.299,22		1.669,52	--	1.299,08	--	1.669,39
Administração(5%ST1)		649,61		834,76		649,54		834,70
Subtotal 3	---	1.948,82	--	2.504,28	--	1.948,62	--	2.504,09
Soma total 2		14.940,97		19.199,48		14.939,42		19.197,99
³ Juro mensal (0,46%)	8 meses	549,83		706,54		549,77		706,49
TOTAL GERAL		15.490,80		19.906,02		15.489,19		19.904,47

¹Custo: Quantidade de mudas multiplicado pelo preço de R\$ 5,00 kg⁻¹ pago ao produtor. ²Custo: arrendamento de terra = R\$ 150,00 ha⁻¹/mês. ³Juros FCO/Pequeno Agricultor-Fonte Banco Brasil (2018).

QUADRO 21. Custos de produção de um hectare de plantas mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ cultivadas com a adição ao solo de cama de frango em cobertura e arranjos espaciais de plantas, colhidas aos 226 dias após o plantio. Dourados - MS, UFGD, 2017.

Componentes do custo	Aplicação de cama de frango em cobertura							
	Quadrado		Retângulo		Quadrado Triângulo		Retângulo Triângulo	
1. Custos Variáveis	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)
Insumos								
¹ Mudas (kg)	264,43	1.322,15	397,04	1.985,20	264,16	1.320,80	396,78	1.983,90
Cama de frango	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00
Soma		2.522,15		3.185,20		2.520,80		3.183,90
Mão de obra								
Preparo de mudas (D/H)	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00
² Distribuição da cama (D/H)	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00
Plantio (D/H)	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00
Irrigação (D/H)	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00
Capinas (D/H)	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00
Colheita (D/H)	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00
Soma		9.244,00		12.480,00		9.440,00		12.480,00
Maquinários								
Bomba de irrigação	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00
Trator preparo (solo)	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00
Trator auxílio colheita	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00
Soma		1.320,00		1.320,00		1.320,00		1.320,00
Subtotal 1(R\$)		13.282,15		16.985,20		13.280,80		16.983,90
2. Custos Fixos								
Benfeitoria	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00
³ Remuneração da terra	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00
Subtotal 2(R\$)		1.710,00		1.710,00		1.710,00		1.710,00
Soma total 1		14.992,15		18.695,20		14.990,80		18.693,90
3. Outros custos								
Imprevistos (10%ST1)		1.483,22		1.845,52	--	1.483,08	--	1.845,39
Administração (5%ST1)		741,61		922,76		741,54		922,70
Subtotal 3	---	2.224,82	--	2.768,28	--	2.224,62	--	2.768,09
Soma total 2		17.216,97		21.463,48		17.215,42		21.461,99
⁴ Juro mensal (0,46%)	8 meses	627,70		781,02		627,64		780,97
TOTAL GERAL		17.844,67		22.244,50		17.843,06		22.242,95

¹Custo: Quantidade de mudas multiplicado pelo preço de R\$ 5,00 kg⁻¹ pago ao produtor. ²Custo da cama de frango = R\$ 120,00 por Mg. ³Custo: arrendamento de terra = R\$ 150,00 ha⁻¹/mês. ⁴Juros FCO/Pequeno Agricultor-Fonte Banco Brasil (2018).

QUADRO 22. Custos de produção de um hectare de plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, cultivadas com adição ao solo de cama de frango incorporada e arranjos espaciais de plantas, colhida aos 226 dias após o plantio. Dourados - MS, UFGD, 2017.

Componentes do custo	Aplicação de cama de frango incorporada							
	Quadrado		Retângulo		Quadrado Triângulo		Retângulo Triângulo	
1. Custos Variáveis	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)	Quantidade (kg)	Custo (R\$)
Insumos								
¹ Mudas	264,43	1.322,15	397,04	1.985,20	264,16	1.320,80	396,78	1.983,90
Cama de frango	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00	10.000,00	1.200,00
Soma		2.522,15		3.185,20		2.520,80		3.183,90
Mão de obra								
Preparo de mudas (D/H)	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00	14,00	1.120,00	21,00	1.680,00
² Distribuição da cama (D/H)	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00
Plantio (D/H)	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00	18,00	1.440,00	26,00	2.080,00
Irrigação (D/H)	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00	10,00	800,00
Capinas(D/H)	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00	20,00	1.600,00
Colheita(D/H)	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00	46,00	3.680,00	69,00	5.520,00
Soma		9.440,00		12.480,00		9.440,00		12.480,00
Maquinários								
Bomba de irrigação	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00	60,00 h	600,00
Trator preparo (solo)	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00	8,00 h	480,00
Trator incorporação	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00
Trator auxílio colheita	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00	4,00 h	240,00
Soma		1.560,00		1.560,00		1.560,00		1.560,00
Subtotal 1(R\$)		13.522,15		17.225,20		13.520,80		17.223,90
2. Custos Fixos								
Benfeitoria	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00	8 meses	360,00
³ Remuneração da terra	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00	1,00 ha	1.350,00
Subtotal 2(R\$)		1.710,00		1.710,00		1.710,00		1.710,00
Soma total 1		15.232,15		18.935,20		15.230,80		18.933,90
3. Outros custos								
Imprevistos (10%ST1)		1.507,22		1.869,52	--	1.507,08	--	1.869,39
Administração(5%ST1)		753,61		934,76		753,54		934,70
Subtotal 3	---	2.260,82	--	2.804,28	--	2.260,62	--	2.804,09
Soma total 2		17.492,97		21.739,48		17.491,42		21.737,99
⁴ Juro mensal (0,46%)	8 meses	637,85		791,18		637,80		791,13
TOTAL GERAL		18.130,83		22.530,66		18.129,22		22.529,11

¹Custo: Quantidade de mudas multiplicado pelo preço de R\$ 5,00 kg⁻¹ pago ao produtor.²Custo da cama de frango = R\$ 120,00 por Mg. ³Custo: arrendamento de terra = R\$ 150,00 ha⁻¹/mês.⁴Juros FCO/Pequeno Agricultor-Fonte Banco Brasil (2018).

5.3.2 Rentabilidade

Ao relacionar os valores econômicos encontrados para as plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solos com diferentes formas de adição de cama de frango e com diferentes arranjos espaciais das plantas (Quadro 23) observou-se que as plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solo com incorporação de cama de frango e arranjo espacial de plantas retângulo apresentaram a maior produtividade (14,20 Mg ha⁻¹) e maiores rendas bruta (R\$ 85.200,00) e líquida (R\$ 62.669,34), superando, respectivamente, em 10,80 Mg ha⁻¹; R\$ 64.800,00e R\$ 57.760,14 aos valores obtidos com as plantas de mandioquinha-salsa cultivadas em solo sem adição ao solo de cama de frango e arranjo espacial quadrado.

Esses resultados ressaltam que a análise econômica deve ser feita para se conhecer com mais detalhes a estrutura produtiva da atividade, permitindo ao produtor inferir ou até intervir sobre vários aspectos, visando reduzir os custos operacionais sem interferir na qualidade da produção (SOUZA e GARCIA, 2013).

QUADRO 23. Produção comercial, renda bruta, custo de produção e renda líquida de mandioquinha salsa, cultivadas com diferentes formas de adição de cama de frango e arranjos espaciais de plantas, Dourados - MS, UFGD, 2017.

Formas de adição de cama de frango	Arranjo Espacial	Produção Comercial (Mg ha ⁻¹)	Renda Bruta ¹ (R\$ ha ⁻¹)	Custo de Produção ² (R\$ ha ⁻¹)	Renda Líquida ³ (R\$ ha ⁻¹)
Sem	Quadrado	3,40	20.400,00	15.490,80	4.909,20
	Retângulo	5,51	33.060,00	19.906,02	13.153,98
	Quadrado triângulo	5,95	35.700,00	15.489,19	20.210,81
	Retângulo triângulo	7,37	44.220,00	19.904,47	24.315,53
Cobertura	Quadrado	12,77	76.620,00	17.844,67	58.775,33
	Retângulo	9,33	55.980,00	22.244,50	33.735,50
	Quadrado triângulo	10,29	61.740,00	17.843,06	43.896,94
	Retângulo triângulo	11,12	66.720,00	22.242,95	44.477,05
Incorporada	Quadrado	10,17	61.020,00	18.130,83	42.889,17
	Retângulo	14,20	85.200,00	22.530,66	62.669,34
	Quadrado triângulo	6,76	40.560,00	18.129,22	22.430,78
	Retângulo triângulo	11,62	69.720,00	22.529,11	47.190,89

¹Renda bruta – ²custo de produção.³Renda líquida (renda bruta – custo de produção). Preço pago ao produtor: R\$ 5,00 kg⁻¹ de raízes comerciais de mandioquinha-sala. **Fonte:** Elaboração do autor

6. CONCLUSÕES

A configuração geométrica quadrado propiciou os melhores resultados para o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas de mandioquinha-salsa.

A maior produtividade de raízes comercializáveis e as maiores rendas, bruta e líquida foram das plantas de mandioquinha-salsa, cultivadas com o uso da cama de frango na forma incorporada ao solo e arranjo espacial de configuração geométrica retângulo.

7. REFERÊNCIAS

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.

ARGENTA, G.; SILVA, P. D.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSK, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 857-865, 2000.

BANCO DO BRASIL. **FCO Rural – Investimento Agropecuário. 2018**. Disponível em: [https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtoseservicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/.](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtoseservicos/credito/investir-em-sua-atividade/fco-rural-investimento#/) Acesso em: 19/11/2018.

BEZERRA, F. T. C.; DUTRA, A. S.; FERREIRA BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; LIMA BARROS, G. Comportamento vegetativo e produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 335-343, 2014.

CARMO, C. A. S.; FORNAZIER, M. J.; SANTOS, F. F. Densidade populacional de plantas de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 78, 1996.

CARMO, E. L.; LEONEL, M. Composição físico-química e cor de clones de mandioquinha-salsa. **Energia na Agricultura**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 62-81, 2012.

CASALI, V. W. D.; SEDIYAMA, M. A. N. Origem e botânica da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 19, n. 190, p. 13-14, 1997.

CEREDA, M. P. **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 278 p.

CHAVES, C. Comunicação pessoal - Comercialização de mandioquinha-salsa no MS. Recebido por telefone. CEASA - MS, Campo Grande. 2016.

CHIEBAO, H. P., **Estudos de conservação de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Brancoft): efeitos da embalagem, radiação gama e temperatura de armazenamento**. São Paulo, Dissertação. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. 137 p. 2008.

COSTA, C. A.; RAMOS, S. J.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Nutrição mineral do mangarito num Latossolo Vermelho Amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 26, n. 2, p. 102-106, 2008.

CROTHERS, S. E.; WESTERMANN, D. T. Plant population effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 6, p. 958-960, 1976.

FONTES, P. C. R.; NUNES, J. C. S.; MOREIRA, M. A. Produção classificada de batata em resposta ao espaçamento e critério de recomendação da adubação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 404-412. 2012.

HACHMANN, T. L.; DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M. Características produtivas da chicória da catalogna, cultivada em diferentes espaçamentos sob telas de sombreamento. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 9, n. 2, p. 48-55, 2017.

HEID, D. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; TORALES, E. P.; CARNEVALI, T. O.; MARAFIGA, B. G. Produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa em resposta à adição de cama-de-frango no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 1835-1850, 2015.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; GASSI, R. P.; VIEIRA, M. C.; TABALDI, L. A.; TORALES, E. P.; FACCIN, F. C. Espaçamento entre plantas e cobertura do solo com cama de frango na produção de ervilhas. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 42-46, 2012.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; MACHADO DE RESENDE, M.; VIEIRA, M. D. C.; TORALES, E. P.; CARGNIN FACCIN, F.; 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. 1, n. 34, p. 3321-3332, 2013.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GOMES, E. E. Produção de mandioquinha-salsa em função da desinfecção das mudas e da cobertura do solo com cama-de-frango de corte semidecomposta. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1465-1470, 2002.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; RECH, J.; QUAST, A.; PONTIM, B. C. A.; GASSI, R. P. Yield and gross income of arracacha in monocrop and intercropping with the Japanese bunching onion and parsley. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 277-281, 2008.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; ROSA JÚNIOR, E. J.; SILVA, C. G. Forma de adição ao solo da cama-de-frango de corte semidecomposta para produção de taro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 111–117, 2004.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; FACCO, R. C. Produção de clones de inhame em função do tamanho das mudas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 183-186, 2003.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; GRACIANO, J. D.; FIGUEIREDO, P. G.; BLANS, N. B.; CURIONI, B. M. Produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades de plantio e tamanho das mudas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 139-143, 2009.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; RECH, J.; QUAST, A.; PONTIM, B.C.A.; GASSI, R.P. Yield and gross income of arracacha in monocrop and intercropping with the Japanese bunching onion and parsley. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 287-291, 2008.

HOSHINO, R. T.; ALVES, G. A. C.; MELO, T. R.; BARZAN, R. R.; FREGONEZI, G. A. F.; FARIA, R. T. Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de orquídea Cattlianthe 'Chocolate drop'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p.41-48. 2016.

KIEHL, E. J. **Novos fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Degaspari, 2010. 248 p.

KRINSKI, S. A. **Arranjos espaciais para o feijoeiro em semeadura direta**. 2001. 45-60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná – UFP, Curitiba - PR.

LAÜER, J. Should I be planting corn at a 30-inch rowspacing. **Wisconsin Crop Manager**, Madison, v. 1, n. 6, p. 6-8, 1994.

LEMONS, M. S., MAIA E., FERREIA, E., STACHIW, R. Uso da cama de frango como adubo na agricultura. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rondônia, v. 3, n. 1, p. 57-68, 2014.

LUQUI, L. L. **Produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa ‘amarela de carandaí’ em resposta ao arranjo espacial entre plantas, amontoas e épocas de colheita**. 2019. 30-47 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETTO, A. O. A.; 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.

NUNES, A. R. A., FERNANDES, A. M., LEONEL, M., GARCIA, E. L., MAGOLBO, L. A., DO CARMO, E. L. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 2, p. 242-247, 2016.

OLIVEIRA F. L.; GUERRA J. G. M.; ALMEIDA D. L.; RIBEIRO R. L. D.; SILVA E. D.; SILVA V. V.; ESPINDOLA J. A. A. Desempenho de taro em função de doses de cama de aviário, sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.149-153, 2008.

PASSOS, C. R. M.; NOGAMI, O. **Princípios de economia**. São Paulo: Thomson, 2003. 310p.

PEREIRA, F. R. D. S.; CRUZ, S.; DE ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; DA SILVA, E. T. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n.1, p. 69–74, 2008

QUEVEDO, L. F. C; ZÁRATE, N. A. H; VIEIRA, M. C; TORALES, 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.

CORRÊA, J. C.; BENITES, V. M.; REBELLATTO, A. O uso de resíduos animais como fertilizantes. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA. 15ª 17 de março de 2011. Foz do Iguaçu, PR. Vol. I – Palestras.

ROCHA, T. S.; DEMIATE, I. M.; FRANCO, C. M. L. Características estruturais e físicoquímicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 620-628, 2008.

RODRIGUES, W. O. P. **Cadeia produtiva do frango de corte no estado de Mato Grosso do Sul: uma análise de mercado**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados - MS.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª Edição revista e ampliada. Brasília: Embrapa Solos, 2018. 590 p.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; ALBANEZ, A. C. M. P.; RIBEIRO, J. M. O.; GRANATE, M. J.; VIDIGAL, S. M. Agrosilício na produção de clones de mandioca-salsa. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 427-432, 2009.

SILVA, A. C.; CALDEIRA JÚNIOR, C. F.; COSTA, C. A. Produção do mangarito, em função do tamanho do rizoma semente. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 706-709, 2011.

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.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Espírito Santo: Domingos Martins, 1998. 188p.

SOUZA, J.L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SOUZA, L. J.; GARCIA, R. D. C. Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 11-24, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 945 p.

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

TORALES, E. P.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; MACHADO DE RESENDE, M.; SANGALLI, C. M. S.; PEREIRA GASSI, R. Doses de cama-de-frango e densidade de plantio na produção de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. v. 31, n. 1, p. 1165-1176, 2010.

TORALES, E. P.; ZÁRATE, N. A. H; VIEIRA, M. C; GASSI, R. P; 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.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SILVA T. J. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

VIEIRA, M. C. **Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandioquinha-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul**. 1995. 146 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

VIEIRA, M. C.; CASALI, V. W. D. Adaptação da cultura da mandioquinha-salsa à adubação orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 40-42, 1997.

VIEIRA, M. C.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VITORINO, P. F. G. Produção de mandioquinha-salsa em resposta ao tamanho de mudas e populações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 112-119 1998.

VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; GRACIANO, J. D.; RIBEIRO, R. A. Uso de matéria seca de cará e de mandioquinha-salsa na composição da ração para frangos de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 34-38, 1998.