

Sete Lagoas, MG /Dezembro,2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL

Produção orgânica/agroecológica de milho entre renques de leguminosas perenes

Mônica Matoso Campanha⁽¹⁾, Walter José Rodrigues Matrangolo⁽¹⁾, Jason de Oliveira Duarte⁽¹⁾, Antônio Carlos de Oliveira⁽¹⁾, Samuel Henrique Pereira Costa⁽²⁾, Giovana de Paula Prado⁽²⁾ e Guilherme de Oliveira Moreira⁽²⁾

⁽¹⁾Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ⁽²⁾Bolsistas, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Embrapa Milho e Sorgo
Rodovia MG 424, KM 65
Caixa Postal 151
35701-098 Sete Lagoas, MG
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Comitê Local de Publicações
Presidente
Maria Marta Pastina
Secretário-executivo
Antônio Carlos de Oliveira
Membros
Cláudia Teixeira Guimarães,
Mônica Matoso Campanha,
Roberto dos Santos Trindade e
Maria Cristina Dias Paes

Edição executiva
Márcio Augusto Pereira do Nascimento
Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro
(CRB-6/2749)
Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Márcio Augusto Pereira do Nascimento

2ª edição revista e atualizada

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – Em sistemas orgânicos e agroecológicos, o uso de leguminosas como adubação verde é uma estratégia importante para fornecimento de nutrientes às culturas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de milho orgânico entre renques das leguminosas cratília e gliricídia, com e sem a inoculação das sementes com bioinsumo promotor de crescimento, comparado com o cultivo solteiro, sem uso de adubo verde. Foi avaliada também a incidência de plantas espontâneas e estimados o custo de produção e a rentabilidade dos sistemas. As plantas de milho cresceram mais e foram mais produtivas entre os renques de cratília e gliricídia, visto que as leguminosas aportaram nutrientes ao sistema, comparado com o cultivo sem adubação verde. A menor produtividade de grãos foi encontrada no plantio solteiro, sem o bioinsumo, em que também foram observados maior número e maior quantidade de plantas espontâneas. O custo de produção é maior quando se usam adubos verdes arbóreos em função da poda e distribuição na área. O sistema sem uso de adubo verde e com inoculante apresentou a melhor rentabilidade entre os arranjos estudados.

Termos para indexação: *Zea mays*, leguminosa, aleias, sistemas agroflorestais, produtividade, custo.

Organic/agroecological production of corn between rows of perennial legumes

Abstract – In organic and agroecological systems, the use of legumes as green manure is an important strategy for supplying nutrients to crops. In this sense, this study aimed to evaluate the production of organic corn between rows of the legumes cratylia and gliricidia, with and without seed inoculation with a growth-promoting bioinput, compared to single crops, without the use of green manure. The incidence of weeds was also evaluated, and the production cost and profitability of the systems were estimated. Corn plants grew more and were more productive between the rows of cratylia and gliricidia, since the legumes provided nutrients to the system, compared to cultivation without green manure. The lowest grain productivity was found in single crops, without the bioinput, in which a greater number and a greater quantity of weeds were also observed. The production cost is higher when are used arboreal green manure

due to the pruning and distribution in the area. The system without the use of green manure and with the inoculant presented the best profitability among the arrangements studied.

Index terms: *Zea mays*, alley cropping, leguminous, agroforestry system, productivity, cost.

Introdução

A presente publicação, em sua nova edição, traz um conteúdo revisado, ampliado e atualizado. Além da revisão das informações anteriores, foram incorporados dados de produção de nova safra de milho e leguminosas. Houve acréscimo importante sobre a análise conjunta dos 3 anos de produção, além do estudo sobre os resultados econômicos e financeiros das safras acompanhadas, que foram ilustradas por tabelas e gráficos que contribuem para o entendimento dos resultados.

A combinação de plantas na agricultura vem sendo utilizada no meio rural com o objetivo de aproveitar os benefícios proporcionados por diferentes espécies. Com a diversificação de culturas, é possível estabelecer e manter relações ecológicas que contribuam para o equilíbrio do solo, a ciclagem dos nutrientes e a potencialização dos componentes benéficos desses agroecossistemas (Angeletti et al., 2018; Farias et al., 2022). A diversificação de culturas também vem de encontro à Saúde Única e à superação da monotonia dos sistemas agroalimentares atuais, que é uma abordagem global multissetorial, transdisciplinar, transcultural, integrada e unificadora que visa equilibrar e otimizar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas. A “Saúde Única” é a tradução do termo em inglês “One Health”, que se refere a uma abordagem integrada que reconhece a conexão entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental, que incentiva a cooperação entre diferentes disciplinas, profissionais, instituições e setores para fornecer soluções de maneira mais abrangente e efetiva (Brasil, 2024).

No rol das combinações adequadas entre plantas na agricultura, o uso de adubos verdes, em consórcio ou sucessão, é uma prática reconhecida pela sua capacidade de adicionar nutrientes e matéria orgânica aos solos. Essa técnica aumenta a resiliência de sistemas produtivos, diminui a necessidade de recursos externos ao sistema de produção e contribui para uma agricultura

regenerativa (Alcântara et al., 2000; Brito et al., 2017; Angeletti et al., 2018). Cobertura do solo, proteção contra erosão, ciclagem de nutrientes, manutenção ou melhoria das características físicas e químicas e diversificação da comunidade biológica do solo; atenuação de efeitos das mudanças climáticas, como veranicos prolongados, redução da infestação de plantas espontâneas, fonte de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas, estão entre outros benefícios apontados com a utilização da adubação verde (Macedo, 2015; Cherubin et al., 2022; Calegari, 2023).

Para a produção de milho, cultura que está presente em todo o território nacional, a utilização de adubos verdes possibilita a produção de nutrientes e a manutenção das características produtivas dos solos cultivados anualmente. É uma boa alternativa para a produção de grãos de base agroecológica, onde há restrição do uso de fertilizantes (Angeletti et al., 2018; Seidel et al., 2020; Souza et al., 2020).

A adubação verde pode ser utilizada em diferentes modelos de sistemas agrícolas. Um deles é o sistema agroflorestal, em forma de aleias, em que plantas de porte arbóreo/arbustivo, principalmente as leguminosas, são plantadas em renques espaçados entre si e intercaladas com cultivos agrícolas ou pastagem (Kang, 1997; Duboc et al., 2008; Souza et al., 2020). O manejo desse sistema se baseia no corte periódico da parte aérea das leguminosas e na incorporação ao solo, para fornecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio (N) (Barreto; Fernandes, 2001; Marin et al., 2007; Souza et al., 2020).

Os sistemas agroflorestais são sistemas ancestrais de produção de alimento. A multifuncionalidade deles, integrando arbustos ou árvores à produção agropecuária, em um mesmo local, garante muitos benefícios econômicos e ecológicos que contribuem com a chamada intensificação sustentável, promovendo sistemas agroalimentares mais resilientes e de menor impacto socioambiental (Wolz; Delucia, 2018).

As leguminosas são as espécies mais indicadas para fins de adubação verde porque possuem a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (N₂) pela associação com bactérias fixadoras de N. Também apresentam alta produção de biomassa com baixa relação carbono/nitrogênio (C/N) em suas folhas, o que facilita a decomposição e o aporte de N ao sistema solo-planta (Brito et al., 2017). E a produção de milho é muito exigente em nitrogênio,

sendo a adubação verde uma estratégia para suprir esse nutriente (Seidel et al., 2020; Silva et al., 2023).

Por meio de leguminosas arbóreas utilizadas na agricultura, a gliricídia (*Gliricidia sepium*) já é conhecida pelo grande potencial de compor os sistemas em aleias, com alta produção de biomassa, rica em nutrientes, e boa adaptação a diferentes zonas ecológicas (Chaves et al., 2022). A incorporação da biomassa da gliricídia em solos promove melhorias em características químicas e físicas (densidade e macroporosidade), principalmente em menores profundidades, favorecendo a fertilidade e a disponibilidade de nutrientes (Barreto; Fernandes, 2001).

A cratília (*Cratylia argentea*) é uma outra opção, ainda pouco estudada, para utilização em aleias como adubo verde. É uma espécie nativa de regiões semiáridas brasileiras (bioma Caatinga), resistente a períodos prolongados de seca. Ela também está presente no Cerrado e na Amazônia (Matrangolo et al., 2018; Carvalho et al., 2019). Também produz grande quantidade de biomassa e apresenta rebrota vigorosa após poda, queimadas e até desfolhas severas, como as causadas por ataque de formigas (Sánchez et al., 2007; Matrangolo et al., 2019).

As leguminosas arbóreas cratília e gliricídia são utilizadas como adubação verde na agricultura com resultados positivos, em diferentes culturas agrícolas, no Brasil e no exterior (Marin et al., 2007; Queiroz et al., 2007; Santos et al., 2010; Paulino et al., 2011; Iwata et al., 2020; Pimentel et al., 2023). Entretanto, para o consórcio com o milho, em sistemas orgânicos e agroecológicos, há pouca informação, principalmente para cratília. Em sistemas agroflorestais, com árvores e culturas agrícolas, a leucena (*Leucaena* sp.) e a gliricídia são as mais estudadas (Wolz; Delucia, 2018).

Além desses benefícios, o arranjo produtivo em sistema de aleias com leguminosas perenes se apresenta como opção para melhorar a qualidade do solo em áreas produtivas na região no Cerrado mineiro. Nessas áreas, onde o produtor não conta com a possibilidade de irrigação, a reduzida janela de plantio minimiza a possibilidade do uso de leguminosas de ciclo curto nas áreas de cultivo.

Conhecer o comportamento das espécies em arranjos é fundamental para adequação da combinação e avaliação da capacidade dessas espécies em contribuir para a consolidação de sistemas produtivos mais sustentáveis

ambientalmente, principalmente no sentido de aprimorar sistemas de produção que promovam a melhoria da qualidade do solo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa da cratília e da gliricídia plantadas em renques, analisar a produção de milho entre os renques das leguminosas arbustivas, comparado com o cultivo solteiro do milho, avaliar a incidência de plantas espontâneas e estimar o custo de produção e rentabilidade dos sistemas, no Cerrado da região Central de Minas Gerais.

Os resultados desta pesquisa servirão como importante estratégia para utilização na regeneração e conservação de agroecossistemas, principalmente nos orgânicos e agroecológicos que apresentam restrição ao uso de fertilizantes industriais. Favorecem também a produção de alimentos saudáveis e ao conceito de Saúde Única. Nessa perspectiva, este trabalho está aderente às orientações da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) (Brasil, 2012) e ao atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais especificamente o ODS 2, relativo à meta 2.4:

“Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo”(Nações Unidas, 2024).

Material e métodos

A avaliação dos arranjos de milho cultivado entre renques de leguminosas arbustivas foi feita durante três anos consecutivos, nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, em Sete Lagoas, MG. O clima do município é Cwa (Köppen, 1936 citado por Alvares et al., 2013) com inverno seco e verão úmido chuvoso. As precipitações foram: 1.718 mm em 2021, 1.385,4 mm em 2022, 1.056,8 mm em 2023, e 733,6 mm até junho de 2024 (Instituto Nacional de Meteorologia, 2024). Os solos foram classificados como latossolos vermelhos. Os atributos químicos do solo estão descritos na Tabela 1 (adaptado de Campanha et al., 2023). Como histórico, no ano de 2015, o pH (H₂O) da

área como um todo era de 5,6 (Matrangolo et al., 2019).

Foram avaliados seis tratamentos, constituídos por sistemas de produção sem inoculação e com inoculação das sementes com o solubilizador de fósforo BiomaPhos (B):1) milho entre renques de gliricídia (*Gliricidia sepium*) (M+Gl); 2) milho entre renques de cratília (*Cratylia argentea*) (M+Cr); 3) milho solteiro (M); 4) M+Gl+B; 5) M+Cr+B e 6) (conforme Campanha et al., 2023). Os tratamentos utilizaram uma área de 80 m², e cada unidade amostral foi composta de uma

linha de 20 m. A cratília e a gliricídia foram plantadas na área em fevereiro de 2013, com 4 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. A densidade inicial foi de 7.500 plantas ha⁻¹, mas houve mortalidade de algumas plantas ao longo dos anos. Em novembro de 2023, após 10 anos e 29 podas drásticas, a mortalidade da cratília foi de 26,7% e manteve-se uma densidade de 5.500 plantas ha⁻¹. A mortalidade da gliricídia nesse mesmo período foi de 52,5%, permanecendo 3.560 plantas ha⁻¹. O milho foi plantado ocupando as áreas entre as linhas das leguminosas.

Tabela 1. Análise química do solo (0 cm–20 cm) das áreas de milho*. Sete Lagoas, MG. 2022.

	Variáveis químicas do solo, na profundidade de 0 cm–20 cm								
	pH	P**	K	S	Ca	Mg	H+Al	MO	
	(H ₂ O)	(CaCl ₂)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(mg/dm ³)	(cmol c/dm ³)	(cmol c/dm ³)	(cmol c/dm ³)	(dag/Kg)
M	6,20	5,50	73,10	92,40	6,80	7,55	1,02	3,50	2,93
M+B	5,90	5,30	109,20	156,50	20,70	7,19	1,02	4,20	3,16
M+Cr	6,20	5,70	61,70	201,30	10,60	7,77	1,20	2,50	2,86
M+Cr+B	6,50	5,90	67,00	295,10	25,80	7,95	1,25	2,10	2,89
M+Gl	6,60	6,00	65,50	244,50	17,20	7,59	1,33	2,20	3,56
M+Gl+B	6,30	5,60	52,50	237,60	41,80	6,86	1,30	2,70	3,12

Continua...

Continuação...

SB	Variáveis químicas do solo, na profundidade de 0 cm–20 cm						
	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(cmol c/dm ³)	(%)	(mg/dm ³)				
8,80	12,30	71,60	0,32	1,00	32,00	13,70	9,10
8,60	12,80	67,30	0,52	0,90	36,20	16,90	12,50
9,50	12,00	79,00	0,38	0,90	33,00	19,20	6,60
9,90	12,00	82,90	0,45	1,00	27,60	24,80	10,50
9,60	11,80	80,90	0,42	0,80	26,60	23,30	8,10
8,80	11,50	76,30	0,42	1,00	28,40	18,40	7,00

**P: Melich 1.

* (M): milho plantado em monocultura; (M+Cr): milho entre renques de cratília; (M+Gl): milho entre renques de gliricídia sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B).

Fonte: Campanha et al. (2023).

A cultivar de milho BRS Caibé foi semeada mecanicamente, sem revolvimento do solo, sobre a fitomassa das leguminosas cratília e gliricídia, que foram podadas e depositadas na superfície do solo. A parcela com milho solteiro foi composta com preparo em pré-plantio com grade. Os cultivos não receberam aplicação de fertilizantes ou agrotóxicos por comporem sistemas orgânico e agroecológico. Não houve controle externo de pragas ou doenças.

As leguminosas foram podadas duas vezes ao ano, no início e no final, sendo que uma das podas coincidiu com o período anterior à semeadura do milho, e a outra, entre 30 dias e 60 dias após o plantio.

Nas podas, os ramos foram separados em galhos grossos (ramas maiores que 1 cm), galhos finos e folhas. Todo o material foi pesado e espalhado na área entre os renques. Foram avaliadas as matérias verde e seca para medir a quantidade de biomassa das leguminosas. Para a estimativa do estoque de N na matéria seca, foram considerados folhas e ramos maiores que 1 cm.

No ano de 2021, as podas ocorreram em 18 de fevereiro e 21 de dezembro, sendo o plantio do milho realizado em 27 de dezembro de 2021. A colheita do milho foi feita em 22 de abril de 2022, de forma manual. Em 2022, as podas

ocorreram em 16 de fevereiro e 17 de novembro, sendo o milho plantado em 13 de dezembro de 2022. Os grãos foram colhidos à máquina em 24 de abril de 2023. Em 2023, as leguminosas foram podadas em 24 de janeiro e 12 de dezembro, e o plantio do milho ocorreu em 19 de dezembro de 2023, e a colheita, em 16 de abril de 2024.

Para todos os anos, o milho foi semeado solteiro (sem leguminosa) e entre os renques de leguminosas, para um estande de 70 mil plantas por hectare, com espaçamento 0,7 m entre linhas. A cultura recebeu nutrientes somente da decomposição do material podado das leguminosas, quando plantada entre os renques delas. O controle de plantas invasoras foi feito com capina manual no milho solteiro. Nos tratamentos com milho entre renques de gliricídia e cratília, foi feita uma roçagem manual com foice, por cima das palhas, nas entrelinhas de plantio.

Para a cultura do milho, foram avaliadas as características de altura de planta, altura de espiga, estande (plantas ha⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹).

Utilizou-se o delineamento completamente casualizado com quatro repetições. Para testar a hipótese de igualdade das médias entre os tratamentos, foi feita a análise de variância, tendo como base a Equação 1:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + a_{j(i)} + e_{k(i,j)} \quad (1)$$

em que

μ é a média geral.

t_i é o efeito do i-ésimo tratamento (i= 1,2,3).

$a_{j(i)}$ é o efeito da j-ésima amostra dentro de tratamento (j=1,2,3,4).

$e_{k(i,j)}$ é o erro experimental.

As médias foram comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

Para a análise conjunta, os anos de avaliação foram considerados como subparcelas no tempo, e a análise de variância teve como base o seguinte modelo estatístico (Equação 2):

$$y_{ijk} = \mu + t_i + r_{j(i)} + a_k + (ta)_{ik} + e_{ijk} \quad (2)$$

em que

y_{ijk} é o valor observado no i-ésimo tratamento (i=1,2,...,6), na j-ésima repetição (j=1,2,...,4) e no k-ésimo ano (k=1,2,,3).

μ é a média geral.

t_i é o efeito do i-ésimo tratamento.

$r_{j(i)}$ é o erro (a) da parcela.

$(ta)_{ik}$ é a interação entre o i-ésimo tratamento e o k-ésimo ano.

e_{ijk} é o erro (b) da subparcela.

As médias foram comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade.



Foto: Walter José Rodrigues Matrangolo.

Figura 1. Vista da unidade experimental. Sete Lagoas, MG, fevereiro de 2022.

Nas três safras, as plantas espontâneas na cultura do milho foram avaliadas qualitativa e quantitativamente, duas vezes, até os 45 dias após o plantio e sempre antes de se efetuar o controle (manual ou cultivador). Em um quadrado de 0,25 m², lançado aleatoriamente por cinco vezes em cada parcela, foram identificadas as plantas espontâneas presentes, pelo nome comum, sendo obtidos os pesos verde e seco de toda a massa vegetal dentro desse quadrado. Foram ainda calculadas as frequências

relativa e absoluta das plantas espontâneas (Equações 3 e 4) (Costa; Silva, 2021).

$$FA = (\pi/P) * 100 \quad (3)$$

em que

π é o número de parcelas (unidades amostrais) com ocorrência da espécie i.

P é o número total de parcelas (unidades amostrais).

$$FR = (FA_i / \sum FA) * 100 \quad (4)$$

em que

FA_i é a frequência absoluta de uma determinada espécie.

$\sum FA$ é o somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

A análise econômica foi feita com os indicadores básicos de custo de produção para o milho orgânico, obtidos do experimento em campo, relativos aos dispêndios obtidos durante a safra estudada. Utilizou-se a metodologia de custo apresentada em Matsunaga et al. (1976), Tsunehiro et al. (2002) e Duarte (2008), em que foram considerados os custos operacionais efetivos de produção, sendo que os dispêndios em cada item foram baseados em custos de mercado.

Resultados e discussão

As leguminosas cratília e gliricídia têm um grande potencial de produção de matéria verde ao longo do ano e com o passar dos anos, principalmente na estação chuvosa (Queiroz et al., 2007; López-Herrera; Briceño-Arguedas, 2016; Carvalho et al., 2019), sendo que o porte arbustivo e a grande capacidade de rebrota após a poda evidenciam esse potencial. As leguminosas deste estudo foram plantadas há cerca de 8 anos a 10 anos e por isso apresentam um sistema radicular desenvolvido e interações com o solo estabelecidas.

Ao longo dos três últimos anos (2022, 2023 e 2024), percebeu-se a característica de grande quantidade de biomassa produzida pelos renques de leguminosas (Tabela 2). Para a cratília, essa produção de material vegetal foi aumentando no decorrer desses anos, alcançando mais de 57 mil kg ha⁻¹ de biomassa fresca (Tabela 2B). Já a gliricídia manteve certa constância na produção de material vegetal, em torno de 60 mil kg ha⁻¹ de biomassa fresca, com uma elevação em 2021, alcançando 92 mil kg ha⁻¹ de biomassa fresca, provavelmente influenciada pela maior quantidade de chuvas daquele ano (Tabela 2A).

O crescimento constante da produção de fitomassa da cratília e gliricídia pode ser melhor entendido a partir do histórico contido em Matrangolo et al. (2024). Nesse trabalho, os autores perceberam que a poda drástica, com cortes rentes ao solo, reduz a produtividade da cratília. Entretanto, em períodos de reduzida precipitação, não há paralisação do crescimento nem de cratília nem de gliricídia, sendo que a cratília apresentou aumento na produção superior ao da gliricídia. Por ser oriunda do bioma Cerrado, a cratília está mais adaptada ao estresse hídrico, se comparada com gliricídia, que é natural da região de clima tropical mais chuvoso. Considerando os eventos extremos com períodos de seca imprevisíveis e prolongados, que são ocorrências climáticas cada vez mais frequentes e que impactam negativamente a produção vegetal, o uso dessas leguminosas perenes torna-se cada vez mais relevante.

Tabela 2. Matéria verde (MV) total e das folhas, por parcela e por hectare, de podas de gliricídia e cratília. Sete Lagoas, MG, 2024.

(A) Gliricídia				
Ano	MV Total⁽¹⁾ (kg parcela⁻¹)⁽³⁾	MV Total⁽¹⁾ (kg ha⁻¹)	MV Folhas⁽²⁾ (kg parcela⁻¹)	MV Folhas⁽²⁾ (kg ha⁻¹)
2020	1.024 (594+430)	63.974	561	35.037
2021	1.480 (520+960)	92.500	943	58.950
2022	1.005 (225+780)	62.831	555	34.706
2023	1.016 (234+782)	63.545	645	40.337
2024	307 (primeira poda)	19.187	307	19.187

(B) Cratília				
Ano	MV Total⁽¹⁾ (kg parcela⁻¹)⁽³⁾	MV Total⁽¹⁾ (kg ha⁻¹)	MV Folhas⁽²⁾ (kg parcela⁻¹)	MV Folhas⁽²⁾ (kg ha⁻¹)
2020	273 (63+210)	17.046	178	11.125,00
2021	630 (130+500)	39.375	306	19.112,50
2022	914 (164+750)	57.112	504	31.487,50
2023	927 (235+692)	57.927	587	36.706,30
2024	193 (primeira poda)	12.062	193	12.062

⁽¹⁾ Material vegetal da poda composto por folhas e ramos, da primeira e da segunda podas.

⁽²⁾ Material vegetal da poda composto por folhas e ramos tenros (< 1 cm), das duas podas.

⁽³⁾ Parcela de 160 m², composto de três renques de leguminosas.

A produção de biomassa das leguminosas pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas do sítio de produção. Na Costa Rica, López-Herrera e Briceño-Arguedas (2016) encontraram produção entre 30 mil kg ha⁻¹ e 50 mil kg ha⁻¹ por ano, de matéria verde de cratília, com densidades de 10 mil plantas por hectare. Com a mesma densidade, Sánchez et al. (2007) encontraram 7.800 kg ha⁻¹ de produção de matéria seca (MS) de folhas e galhos finos, ao terceiro ano após o plantio. Já no Brasil, Climaco (2023) encontrou a produção de 8.160 kg ha⁻¹ de MS de podas de cratília. Quanto à glicírdia utilizada em pomares, obteve-se a produção de 1.331 kg ha⁻¹ por ano de MS de ramos tenros e folhas (Paulino et al., 2011) e de 9,81 t ha⁻¹ de MV e 1,99 t ha⁻¹ de MS (Chaves et al., 2022). Já a glicírdia plantada em aleias para adubação da cultura do milho produziu

2.386 kg ha⁻¹ de fitomassa seca em um ciclo de cultivo (Queiroz et al., 2007) e uma média de 3,3 t ha⁻¹ por ano em folhas e galhos finos (Marin et al., 2007).

Maiores produções de biomassa resultam em maior aporte de nutrientes, principalmente, nitrogênio e carbono ao solo. Considerando que nos sistemas estudados não houve entradas externas de nutrientes para a cultura do milho, nota-se que essa adubação verde pelas leguminosas é de grande relevância para nutrição das plantas, com destaque para o nitrogênio, pois a fitomassa, após mineralizada, libera nutrientes e carbono para o solo. A Figura 2 apresenta as quantidades de biomassa seca e N das folhas e dos ramos finos (menores que 1 cm) que foram depositados no solo ao longo dos anos.

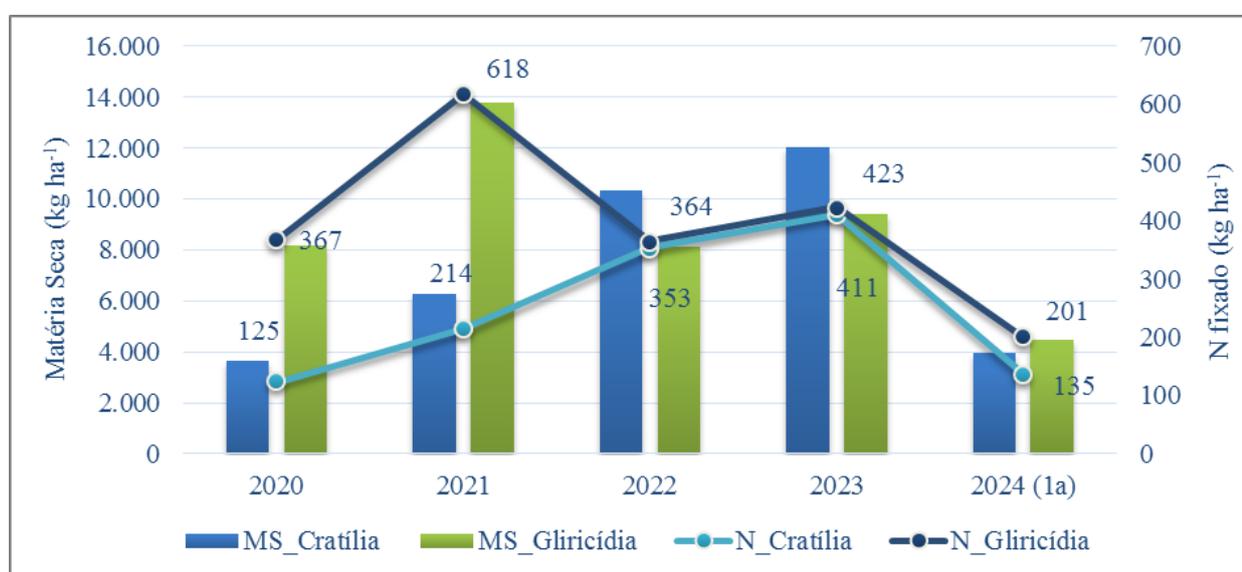


Figura 2. Matéria seca das folhas (MS)⁽¹⁾ de podas de glicírdia e cratília e nitrogênio fixado na MS das folhas⁽²⁾. Sete Lagoas, MG.

⁽¹⁾Considerando a matéria seca da parte aérea de plantas de glicírdia de 23,35% e de cratília de 32,75% da matéria verde (Matrangolo et al., 2016).

⁽²⁾Considerando o teor médio de N de 4,49% de folhas e ramos finos (<1 cm) de plantas de glicírdia e 3,42% de cratília (Matrangolo et al., 2019).

Ambas as leguminosas aportaram importantes quantidades de N ao solo como adubação verde. Tal fato também foi confirmado por outros autores (Marin et al., 2007; Paulino et al., 2011; Matrangolo et al., 2016; Chaves et al., 2022). Neste trabalho, nas duas primeiras safras (anos 2020 e 2021), a glicírdia apresentou maior produção de biomassa (Campanha et al., 2023). Nos dois anos seguintes, a produção de biomassa da cratília foi superior. Entretanto, pelo menor teor de N nas folhas de cratília, a quantidade aportada ao solo foi pouco menor (Figura 2). Nos primeiros 30 dias de deposição de parte aérea de glicírdia ao solo, cerca de 50% do total de nutrientes já devem estar mineralizados (Pérez-Marin et al., 2018).

Está comprovada a qualidade das podas de cratília e glicírdia para uso como adubação. Adubação verde com glicírdia em aleias foi capaz de aumentar o rendimento de grãos de milho por área se comparado com áreas que não receberam este material (Barreto; Fernandes, 2001; Marin et al., 2007; Queiroz et al., 2007; Santos et al., 2010). A parte aérea dessas leguminosas podem acumular boa quantidade de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), principalmente nas folhas e nos ramos mais tenros (Tiemann et al., 2009; Macedo, 2015; Chaves et al., 2022). Paulino et al. (2011) observaram que podas da parte aérea de glicírdia forneceram em um ano

as quantidades de 80,42 kg ha⁻¹ de N; 6,2 kg ha⁻¹ de P; 37,98 kg ha⁻¹ de K; 22,05 kg ha⁻¹ de Ca; 10,98 kg ha⁻¹ de Mg e 5,88 kg ha⁻¹ de S; além de 1.442,44 kg ha⁻¹ de carbono. No manejo da fitomassa de cratília, após 18 podas em 6 anos, Matrangolo et al. (2019) estimaram a contribuição de 97 kg ha⁻¹ de P, 715 kg ha⁻¹ de K, 672 kg ha⁻¹ de Ca, 134 kg ha⁻¹ de Mg e 84 kg ha⁻¹ de S, além de quantidades importantes de micronutrientes.

Na cultura do milho, as plantas foram mais altas quando cultivadas entre os renques de leguminosas,

com ou sem uso do inoculante, se comparadas com o milho solteiro, em todos os anos acompanhados (Figura 3). Na média de três anos (avaliação conjunta), as plantas de milho entre os renques de cratília foram mais altas que aquelas entre o renque de glicírdia (Figura 3). Pode-se observar que os tratamentos com a adubação verde proporcionaram melhor condição nutricional para crescimento da cultura do milho quando comparado com as áreas sem adição de nutriente. Os resultados também mostram que não há interferência do uso do inoculante BiomaPhos na característica altura de planta.

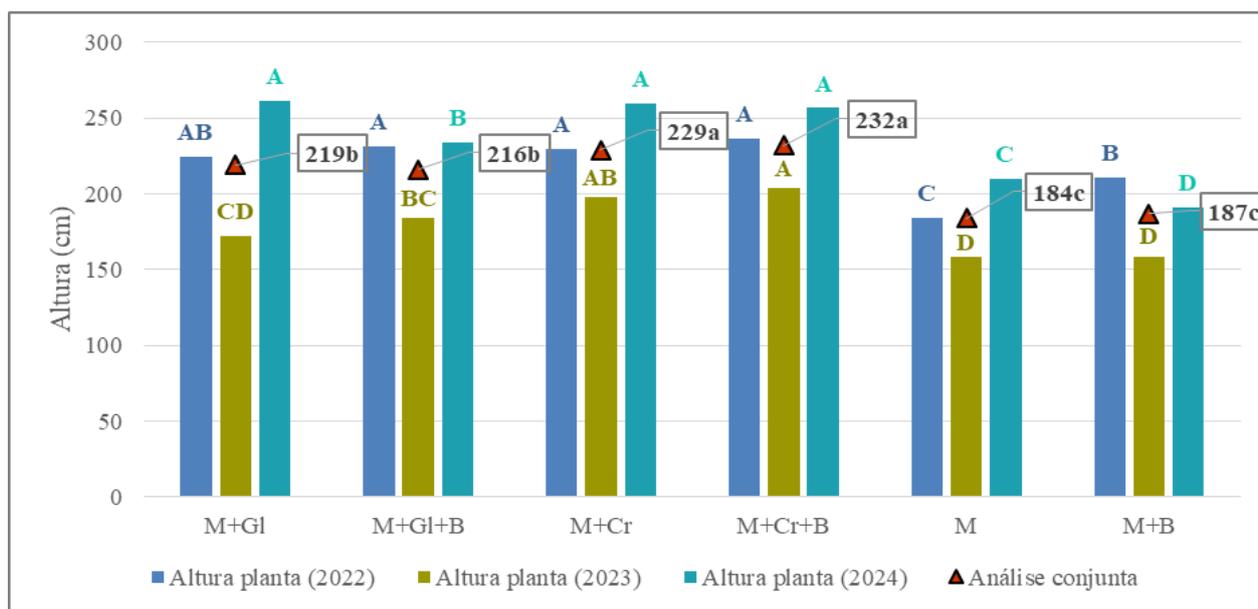


Figura 3. Altura média de plantas de milho (cm) cultivado em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr) e glicírdia (M+Gl), sem e com uso do BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024. Sete Lagoas, MG. Letras maiúsculas da mesma cor diferem entre si, para cada ano de avaliação, e minúsculas, para a média dos três anos (avaliação conjunta) pelo teste LSD (5%).

Na safra 2021/2022, a maior altura foi de 237 cm para o sistema M+Cr+B, seguida de 224 cm para o sistema M+Gl, e 185 cm para o sistema M (Campanha et al., 2023). Na segunda safra (2022/2023), as alturas foram menores que no ano anterior. No milho entre os renques de leguminosas, o milho alcançou 204 cm, 198 cm, 184 cm e 172 cm para os sistemas M+Cr+B, M+Cr, M+Gl+B e M+Gl, respectivamente. Para os sistemas de plantio solteiro, as alturas foram 159 cm e 158 cm para M e M+B, respectivamente. Na terceira safra, foram alcançadas as maiores alturas, com 262 cm para o milho no sistema M+Gl. Já as menores foram 210 cm e 191 cm, para os sistemas M e M+B, respectivamente.

Os maiores estandes foram encontrados no milho solteiro, com ou sem BiomaPhos (Figura 4), exceto

para a última safra (2023/2024), em que o estande do milho solteiro foi comprometido por dificuldades na realização mecânica dos tratos culturais, mostrando-se menor que os demais tratamentos e diferente dos estandes em anos anteriores. O estande para o milho plantado entre os renques de glicírdia e cratília, com ou sem BiomaPhos, diferiu apenas para o milho entre os renques de cratília na safra 2021/2022 (Figura 4A) (Campanha et al., 2023). O estande médio dos tratamentos com leguminosas ficou em média de 60 mil plantas por hectare em 2022/2023 (Figura 4B) e 70 mil plantas por hectare em 2023/2024 (Figura 4C). Nessa característica, o uso do BiomaPhos parece não fazer efeito quando comparado dentro dos tratamentos.

Na média das três safras, o maior estande ficou para o milho plantado sem adubo verde e sem inoculante (M) e o menor estande ficou para o milho

cultivado entre os renques de cratília sem inoculante (M+Cr) (Figura 5). Os demais tratamentos foram semelhantes entre si para o componente número de plantas por hectare.

A produção de milho entre renques de leguminosas foi maior que a produção do milho solteiro sem inoculantes (M), em todas as safras (Figura 4). Ainda que o milho solteiro tenha desenvolvido um estande com maior número de plantas (safras 2021/2022 e 2022/2023), isso não refletiu na maior produção, provavelmente limitada pela escassa disponibilidade

de nutrientes no solo. Isso mostra que a deposição no solo da parte aérea das leguminosas contribuiu para a nutrição nitrogenada do milho e para uma maior produção. Akintunde e Rantlo (2016) citaram que as espécies perenes também contribuem para a matéria orgânica do solo por meio da queda de folhas e raízes. O mesmo efeito de aumento na produtividade de grãos em milho adubado com podas de cratília ou gliricídia foi observado por outros autores (Barreto; Fernandes, 2001; Queiroz et al., 2007; Leite et al., 2008; Santos et al., 2010).

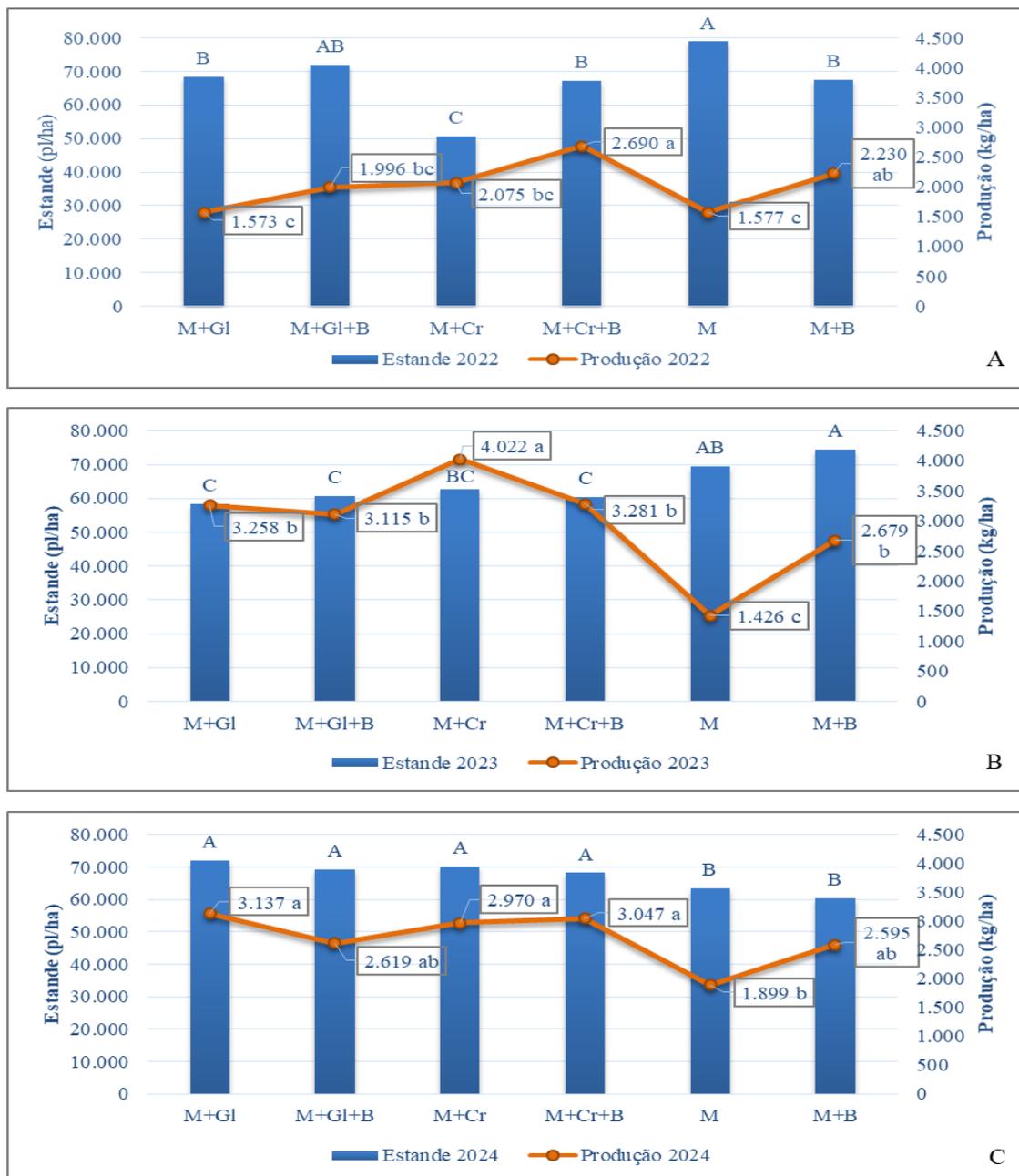


Figura 4. Estande (plantas por hectare) e produção (kg ha⁻¹) de milho cultivado em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+Gl), sem e com uso do BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), nas safras 2021/2022 (A), 2022/2023 (B) e 2023/2024 (C). Sete Lagoas, MG. Letras maiúsculas diferem entre si, para estande, e letras minúsculas diferem entre si, para produção de grãos, pelo teste LSD (5%).

Na safra 2021/2022, para tratamentos sem o uso do BiomaPhos, o milho entre as cratílias (M+Cr) produziu 32% a mais que o milho solteiro (M) (Campanha et al., 2023). Já para o milho entre as gliricídias (M+GI) não houve diferença estatística. Na safra seguinte (2022/2023), a produção foi mais que o dobro para o milho plantado entre as leguminosas, com 128% e 182% a mais de produção para os sistemas M+GI e M+Cr, respectivamente, se comparados ao sistema M. Na terceira safra (2023/2024), foi encontrado o mesmo resultado da safra anterior, porém em proporções menores, com o sistema M+GI produzindo 65% a mais que os sistemas M e M+Cr, e produzindo 56% a mais que o milho solteiro. Marin et al. (2007), estudando produção de milho entre renques de gliricídia adubados com a poda da leguminosa, encontraram produções de 50% a 450% maiores que no controle (sem adubo). Entretanto, elas foram menores que as encontradas neste trabalho.

Nos tratamentos com o uso do BiomaPhos, os resultados seguiram a mesma tendência. A produção do milho entre os renques de cratília com o inoculante (M+Cr+B) foi cerca de 20% a mais que o milho solteiro com inoculante (M+B), nas três safras. Não houve diferença estatística para a produção do milho entre os renques de gliricídia com o inoculante (M+GI+B), se comparado com M+B.

Quando se compara cada tratamento separado (gliricídia, cratília e milho solteiro), verifica-se que o uso do BiomaPhos produziu considerável aumento de produção somente para o milho solteiro, que não recebe nenhum aporte nutricional com os adubos verdes. O milho plantado com uso do BiomaPhos (M+B) produziu 41%, 88% e 37% a mais de grãos nas safras 2021/2022, 2022/2023 e 2023/2024, respectivamente, se comparado com o milho solteiro sem o inoculante (M).

A produção de grãos na última safra (2023/2024) parece ter sido afetada pelo aparecimento de doenças relacionadas ao complexo do enfezamento. Embora não se tenha feito o diagnóstico em campo, foram observadas na colheita muitas espigas pequenas e com a granação falhada.

Na média das três safras, a maior produção ficou para o milho produzido entre os renques de cratília, sem distinção para uso ou não uso do BiomaPhos (M+Cr e M+Cr+B) (Figuras 5). Em seguida, veio a produção de milho entre os renques de gliricídia, também sem diferença significativa para presença ou ausência do BiomaPhos (M+GI e M+GI+B). O milho sem adubação verde, mas com utilização do BiomaPhos (M+B), produziu quantidade de grãos semelhante ao milho entre renques de gliricídia, indicando efeito benéfico desse inoculante quando não se utilizam adubos verdes. Já o milho sem inoculante e sem adubo verde (M) apresentou a menor produção (Figura 5).

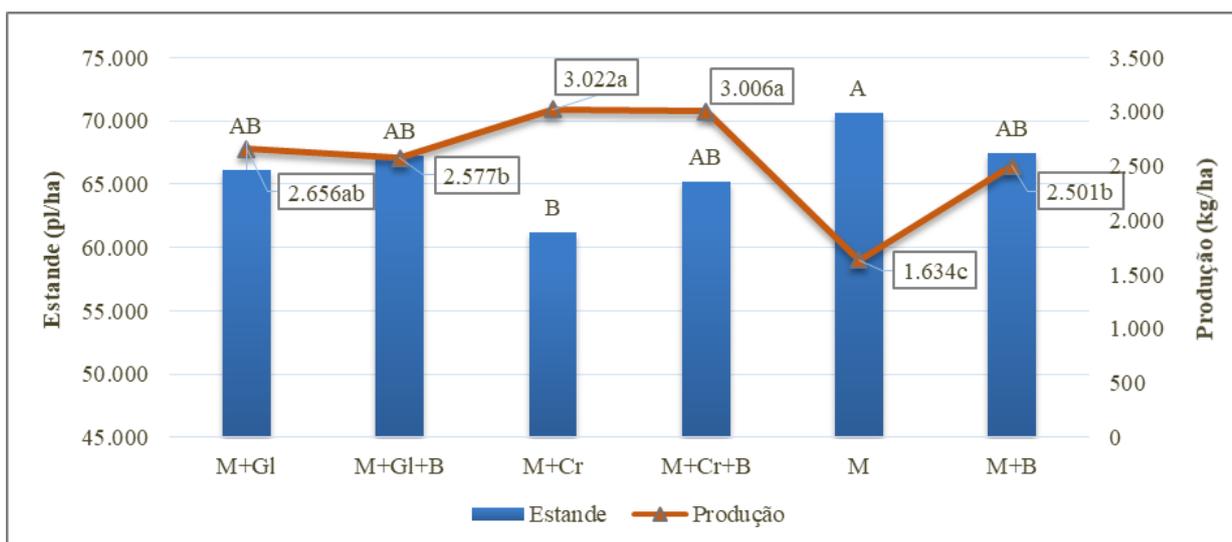


Figura 5. Média dos três anos (análise conjunta) para estande (plantas/hectare) e produção (kg ha⁻¹) de milho cultivado em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+GI), sem e com uso do BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+GI+B). Sete Lagoas, MG. Letras maiúsculas diferem entre si, para estande, e letras minúsculas diferem entre si, para produção de grãos, pelo teste LSD (5%).

A cratília e a gliricídia são leguminosas ricas em nutrientes, principalmente nitrogênio, como já discutido anteriormente. Elas também apresentam baixa relação C/N, facilitando a decomposição do material depositado no solo. Avaliando 47 tipos de resíduos culturais, Trinsoutrot et al. (2000) encontraram que, quando o material apresenta a relação C/N inferior a 24, ele é capaz de elevar os teores de nitrogênio no solo. A relação C/N encontrada para cratília foi de 13,5, e para gliricídia, 11 (Cobo et al., 2002). Considerando que no presente estudo o milho foi menos produtivo com a gliricídia quando comparado com a cratília, e que a gliricídia é uma das espécies mais estudadas como adubo verde em aleias (Wolz; Delucia, 2018), a cratília surge como importante combinação com culturas agrícolas. É importante ampliar os estudos

com essa leguminosa para adubação verde, em especial com comunidades de produção familiar.

Nas áreas estudadas, foram encontradas 28 plantas espontâneas diferentes, pertencentes a 13 famílias (Tabela 3). A maioria delas foi encontrada tanto na safra 2022/2023 como na safra 2023/2024. A família com maior número de plantas espontâneas identificadas foi a Poaceae, com oito diferentes tipos de capim. Em seguida foi Asteraceae, cinco plantas, com destaque para a grande população de picão-preto coletada em duas safras (Figuras 6 e 7).

As plantas espontâneas encontradas e identificadas na primeira e na segunda coletas foram relativamente constantes, embora a quantidade tenha sido diferente (Tabelas 4 e 5).

Tabela 3. Espécies de plantas espontâneas identificadas (nome vulgar) na cultura do milho nos diferentes tratamentos, durante duas safras. Sete Lagoas, MG.

Nº	Família	Espécie	Presença	Presença
			Safra 2022/2023	Safra 2023/2024
1	Amaranthaceae	Apaga-fogo	X	X
2	Amaranthaceae	Caruru	X	X
3	Asteraceae	Botão-de-ouro	X	
4	Asteraceae	Losna	X	X
5	Asteraceae	Mentrasto		X
6	Asteraceae	Picão-preto	X	X
7	Asteraceae	Serralha	X	X
8	Brassicaceae	Nabiça	X	
9	Brassicaceae	Nabo-forrageiro	X	X
10	Commelinacea	Trapoeaba	X	X
11	Convolvulaceae	Corda-de-viola		X
12	Euphobiaceae	Leiteiro	X	X
13	Euphobiaceae	Quebra-pedra	X	X
14	Fabaceae	Feijão-carioca		X
15	Lamiaceae	Cordão-de-frade	X	
16	Malvaceae	Guanxuma	X	
17	Poaceae	Capim-amargoso	X	X
18	Poaceae	Capim braquiária		X
19	Poaceae	Capim carrapicho		X
20	Poaceae	Capim colchão	X	

Continua...

Continuação...

21	Poaceae	Capim guiné	X	
22	Poaceae	Capim marmelada	X	X
23	Poaceae	Capim pé-de-galinha	X	X
24	Poaceae	Gramma		X
25	Portulacaceae	Beldroega	X	X
26	Rubiaceae	Poaia	X	X
27	Solanaceae	Erva-moura	X	
28	Solanaceae	Joá-de-capote		X

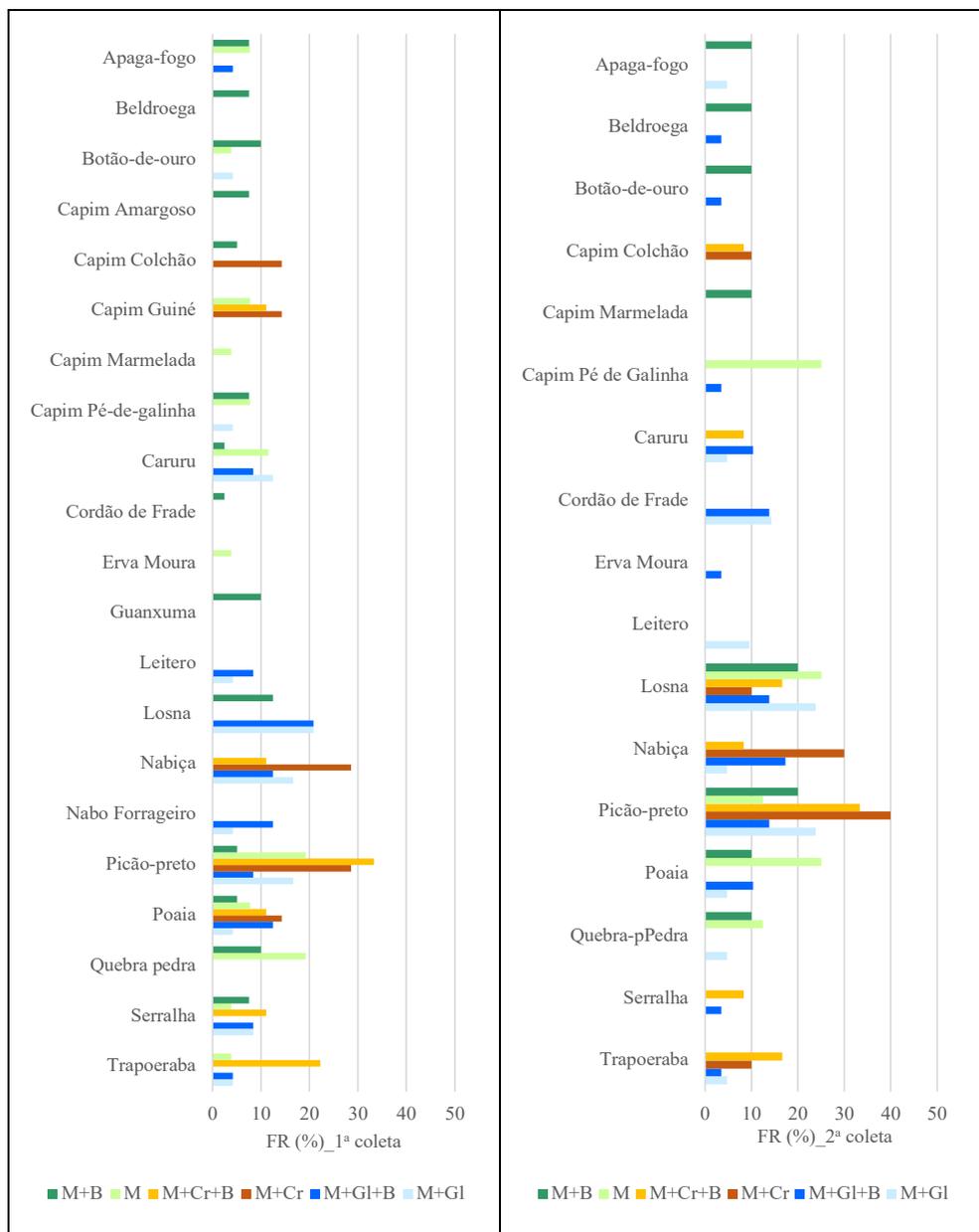


Figura 6. Frequência relativa (FR) das plantas espontâneas identificadas nos diferentes tratamentos, na safra 2022/2023. Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e de gliricídia (M+GI), sem e com uso do BiomaPhos® (M+B, M+Cr+B, M+GI+B). Sete Lagoas, MG Fonte: Adaptado de Campanha et al. (2023).

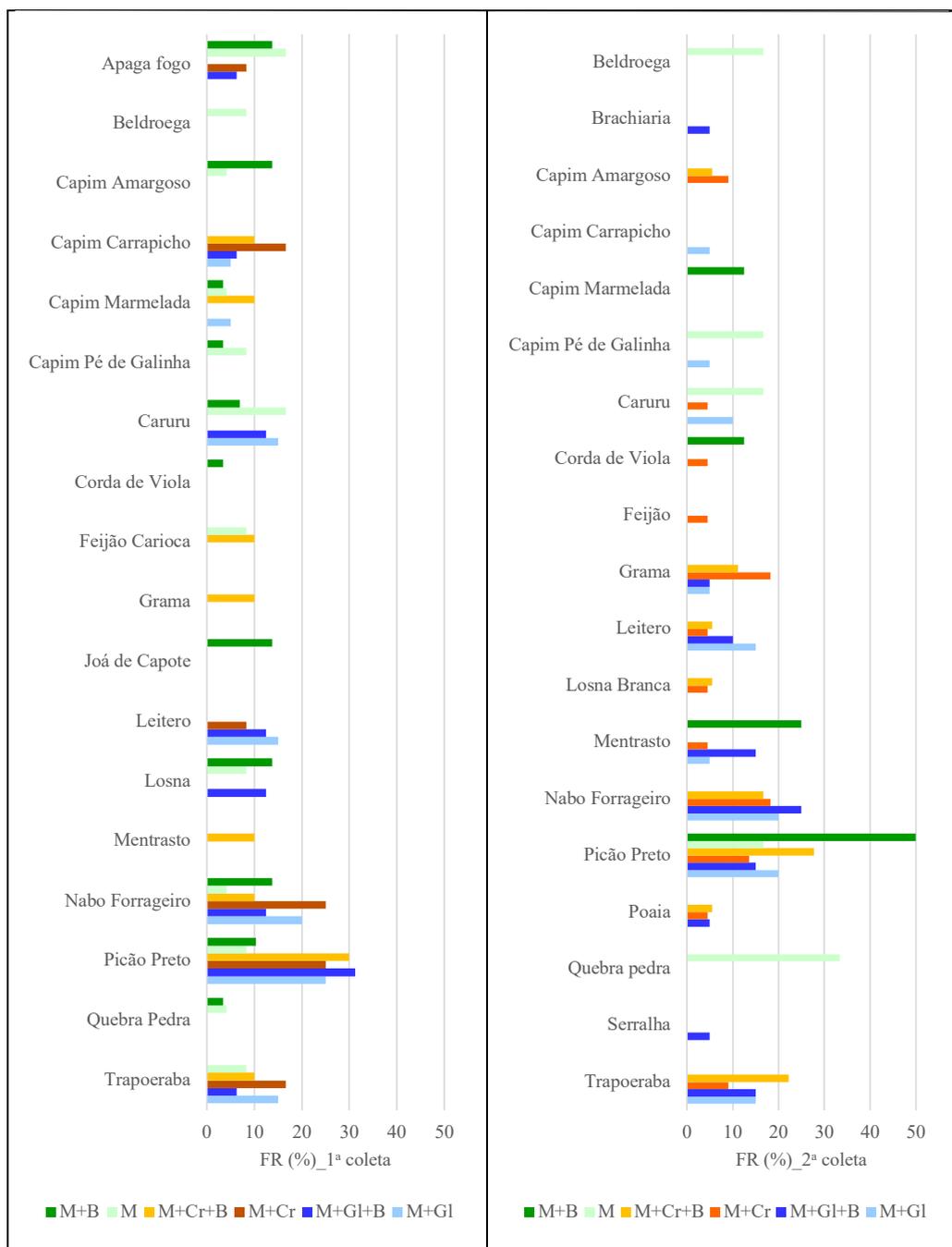


Figura 7. Frequência relativa (FR) das plantas espontâneas identificadas nos diferentes tratamentos, na safra 2023/2024. Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e de glicíndia (M+Gl), sem e com uso do BiomaPhos® (M+B, M+Cr+B, M+Gl+B). Sete Lagoas, MG.

Na safra 2022/2023, foram encontradas 23 plantas espontâneas diferentes na primeira coleta e 17 na segunda. Na safra 2023/2024, foram 18 plantas espontâneas encontradas e identificadas na primeira avaliação e 19 na segunda.

Na safra 2022/2023, os dados mostraram o efeito supressor da camada de folhas das leguminosas sobre a ocorrência de plantas espontâneas (Tabela 4). Com maior acesso à radiação solar, as plantas espontâneas nos tratamentos M e M+B provavelmente tiveram maior oportunidade de

crescer. Comparado ao cultivo solteiro, a biomassa da poda das leguminosas reduziu em torno de 80% e 20% da quantidade dessas espontâneas, para cratília e gliricídia, respectivamente. Menor desenvolvimento de plantas espontâneas em plantios com combinações de leguminosas arbustivas também foi encontrado por Macedo (2015).

Na safra 2023/2024, a biomassa de cratília reduziu 50% da quantidade de plantas espontâneas no milho solteiro. Entretanto, houve um descompasso entre a avaliação e a capina do milho solteiro, sendo as coletas feitas após a capina o motivo pelo qual se encontrou quantidade muito pequena de plantas espontâneas nesses tratamentos (Tabela 5).

As plantas espontâneas nabo-forrageiro, picão-preto e trapoeraba foram presentes em todas as coletas na safra 2023/2024, e não se

percebeu diferença entre as plantas espontâneas identificadas nos tratamentos solteiro e renques de leguminosas. Parece não ter havido seleção de espécies em função da deposição do material da parte aérea das leguminosas, provavelmente em função da proximidade dos sistemas (Figura 7).

Os tratamentos com gliricídia mostraram maior quantidade de plantas espontâneas que os tratamentos com cratília, em todas as safras. Isso pode ter ocorrido em razão da maior velocidade de degradação da palhada de gliricídia em comparação com a palhada de cratília, o que foi observado em campo em diferentes anos (Figura 8).

A palhada de leguminosas promove a redução da incidência de plantas espontâneas (Bento; Bastiani, 2020). No presente trabalho, essa redução da incidência foi relativa à quantidade de biomassa



Figura 8. Vista da unidade experimental com o milho semeado entre renques de gliricídia (A) e biomassa de cratília depositada sob o solo antes do plantio do milho (B). Sete Lagoas, MG.

Nos tratamentos com renques de leguminosas, a maior quantidade de plantas espontâneas foi sempre encontrada na segunda coleta (Tabelas 4 e 5). Ressalta-se que não foi feito o controle de plantas espontâneas da mesma forma que no milho solteiro, com capina mecânica ou manual. No milho solteiro, que passou por capinas, a primeira coleta

foi a que se encontrou a maior parte das plantas espontâneas. Entretanto, na safra 2023/2024, houve um descompasso entre a avaliação e a capina. Sendo assim, a segunda coleta foi feita após a capina, motivo pelo qual se encontrou quantidade muito pequena de plantas espontâneas junto ao milho solteiro (Tabela 5).

Tabela 4. Massa seca de plantas espontâneas presentes nos tratamentos, em área de milho, em sistema de aleias durante a safra 2022/2023.

Massa seca (g)	Tratamentos ⁽¹⁾					
	M+GI	M+GI+B	M+Cr	M+Cr+B	M	M+B
MS (g) primeira coleta	30,4	5,4	3,4	1,2	28,5	243
MS (g) segunda coleta	171,3	129	51,2	40,5	10,5	7,8

⁽¹⁾Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+GI), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+GI+B).

Fonte: Adaptado de Campanha et al. (2023).

Tabela 5. Massa seca de plantas espontâneas presentes nos tratamentos, em área de milho, em sistema de aleias durante a safra 2023/2024.

Massa seca (g)	Tratamentos ⁽¹⁾					
	M+GI	M+GI+B	M+Cr	M+Cr+B	M	M+B
MS (g) primeira coleta	40,3	20,7	9,5	10,7	3,7	20,5
MS (g) segunda coleta	58,4	67,3	45,7	17,4	0,0	2,9

⁽¹⁾Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+GI), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+GI+B).

Fonte: Adaptado de Campanha et al. (2023).

de plantas espontâneas e não sobre o número de plantas espontâneas identificadas nos diferentes tratamentos. Araújo Júnior et al. (2012), estudando milho solteiro com capina e milho entre renques de leguminosa sem capina, não encontraram efeito do consórcio sobre a massa seca da parte aérea das plantas invasoras. Entretanto, a produção de grãos foi muito maior no consórcio. Mesmo resultado também foi encontrado por Santos et al. (2010). Paulino et al. (2011) perceberam menor infestação por vegetação espontânea em relação às plantas que não receberam a adubação verde.

Não foi necessário o controle de insetos fitófagos durante todo o período avaliado, tanto nos cultivos comerciais como nas leguminosas. Estiveram ausentes sintomas que porventura exigissem intervenções com utilização de produtos para o controle biológico aplicado. Os insetos encontrados no campo de produção, conforme

apresentado por Guimarães et al. (2023), indicam que o controle biológico conservativo foi um serviço ecossistêmico presente nos sistemas avaliados.

Os resultados econômicos e financeiros dos diferentes cultivos de milho, com e sem adubação verde, e com e sem uso do inoculante BiomaPhos, estão apresentados nas Tabelas 6 e 7. Esses resultados foram utilizados para analisar a viabilidade econômica do cultivo orgânico de milho com essas tecnologias embutidas, para as safras 2022/2023 (Campanha et al., 2023) e 2023/2024 (Tabela 6 e 7). Ao final deste Boletim, há as Tabelas 9, 10, 11, 12 e 13 apresentando, detalhadamente, os custos de produção para cada sistema de cultivo testado.

Na safra 2023/2024, observou-se que apenas as culturas sem uso da adubação verde tiveram retornos positivos, embora os sistemas M e M+B

Tabela 6. Resultado operacional, receitas, custos, pontos de equilíbrio e taxas de retorno para produção de milho orgânico com adubação verde de cratília ou gliricídia, para a safra 2023/2024. Sete Lagoas, MG.

	M+GI	M+GI+B	M+Cr	M+Cr+B	M	M+B
Produtividade (kg/ha)	2.619,40	3.137,10	2.969,70	3.046,70	1.899,00	2.595,80
Preço (R\$/kg)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Receita total (R\$)	3.047,67	3.650,02	3.455,25	3.544,84	2.209,49	3.020,21
Custo total (R\$)	3.747,55	3.997,55	3.947,55	4.197,55	2.200,00	2.450,00
Custo variável (R\$)	3.490,00	3.740,00	3.690,00	3.940,00	2.200,00	2.450,00
Lucro bruto (R\$)	-442,33	-89,98	-234,75	-395,16	9,49	570,21
Lucro líquido (R\$)	-699,87	-347,53	-492,3	-652,71	9,49	570,21
Ponto de equilíbrio s/ custo variável (kg/ha)	2.999,57	3.214,44	3.171,47	3.386,33	1.890,85	2.105,72
Ponto de equilíbrio s/ custo total (kg/ha)	3.220,92	3.435,79	3.392,82	3.607,69	1.890,85	2.105,72
Taxa de retorno s/ custo variável	0,87	0,98	0,94	0,9	1	1,23
Taxa de retorno s/ custo total	0,81	0,91	0,88	0,84	1	1,23

Tabela 7. Resultado operacional, receitas, custos, pontos de equilíbrio e taxas de retorno para produção de milho orgânico com adubação verde de cratília ou gliricídia, para a safra 2022/2023. Sete Lagoas, MG.

	M+GI	M+GI+B	M+Cr	M+Cr+B	M	M+B
Produtividade (kg/ha)	3.257,60	3.114,80	4.022,30	3.281,00	1.426,00	2.679,40
Preço (R\$/kg)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Receita total (R\$)	4.093,73	3.914,32	5.054,73	4.123,16	1.791,96	3.367,10
Custo total (R\$)	4.481,55	4.673,55	4.481,55	4.673,55	3.476,00	3.236,00
Custo variável (R\$)	4.224,00	4.416,00	4.224,00	4.416,00	3.476,00	3.236,00
Lucro bruto (R\$)	-130,27	-501,68	830,73	-292,84	-1.684,04	131,1
Lucro líquido (R\$)	-387,82	-759,22	573,18	-550,38	-1.684,04	131,1
Ponto de equilíbrio s/ custo variável (kg/ha)	3.361,27	3.514,06	3.361,27	3.514,06	2.766,05	2.575,07
Ponto de equilíbrio s/ custo total (kg/ha)	3.566,22	3.719,00	3.566,22	3.719,00	2.766,05	2.575,07
Taxa de retorno s/ custo variável	0,97	0,89	1,2	0,93	0,52	1,04
Taxa de retorno s/ custo total	0,91	0,84	1,13	0,88	0,52	1,04

Fonte: Adaptado de Campanha et al. (2023).

tivessem as menores produtividade por hectare. Nas duas safras, os sistemas de produção sem uso das leguminosas como adubo verde (M e M+B) tiveram produtividades baixas, indicando aspectos negativos do baixo nível tecnológico desse tipo de cultivo e do baixo investimento em tecnologia. Nesse caso, sem uso de adubos verdes, a resposta ao uso de BiomaPhos foi positiva. Nas duas safras, a produção de milho foi maior quando se usou o inoculante (M+B), mas, como não havia a oferta de outros insumos, o ganho do inoculante foi restrito. Com custos mais baixos, pela falta de investimento em tecnologia, houve receita líquida positiva para a produção com e sem o inoculante na segunda

safra (2023/2024), mas os ganhos por hectare são extremamente baixos, sendo que na produção sem BiomaPhos (M) a receita praticamente cobre os custos das despesas.

Com o uso da adubação verde, a produção de milho alcançou produtividades maiores comparadas com a do milho sem adubos verdes. Entretanto, os valores de produtividade para a safra 2023/2024 são inferiores aos alcançados na safra anterior (Tabela 8). Esperava-se que o incremento da produtividade superasse o incremento nos custos pelo uso da tecnologia, mas isso não foi observado na maioria das vezes com os arranjos produtivos estudados. Apenas no

sistema com milho entre renques de cratília sem BiomaPhos (M+Cr), na safra 2022/2023, o ganho com produtividade foi maior que o aumento do custo, em termos percentuais.

O aumento dos preços dos insumos e serviços contribuiu para o aumento do custo. Entretanto, o mais relevante para o aumento nos custos de produção dos sistemas com adubação verde foi a quantidade de mão de obra necessária para a operação de poda e distribuição das leguminosas no campo, variando entre 32% e 37% do custo variável. Essas operações não existem no sistema de milho sem adubo verde. Sabendo da importância da adubação verde para a agricultura de base

ecológica, em que são restritos os usos de adubos químicos industriais, torna-se importante a avaliação de diferentes arranjos produtivos com leguminosas arbóreas, para otimização da poda e possibilidade de substituição dessa atividade manual por uma mecanizada.

Apesar dos custos, o incremento de produtividade com adubação verde, se comparado com o sistema milho com BiomaPhos (M+B), é bem significativo, indo de 0,9% até 20,9% na safra 2023/2024 e de 16,6% até 50,1% na safra 2022/2023 (Tabela 8).

Alguns ajustes foram feitos no sistema de produção de tal forma que os indicadores usados no cálculo dos custos se assemelhassem mais aos

Tabela 8. Ganhos de produtividade e dos custos do uso de adubos verde em relação à maior produtividade do milho sem adubo verde (M+B).

	M+GI	M+GI+B	M+Cr	M+Cr+B
PRODUTIVIDADE				
Safra 2023/2024	0,90%	20,90%	14,40%	17,40%
Safra 2022/2023	21,60%	16,30%	50,10%	22,50%
CUSTOS				
Safra 2023/2024	53,00%	63,20%	61,10%	71,30%
Safra 2022/2023	38,50%	44,40%	38,50%	44,40%

sistemas de produção regionais. Com esses ajustes, os custos de produção da safra 2023/2024 foram menores. Na Tabela 8, pode ser observado que os acréscimos dos custos variaram de 53% até 71,3% na safra 2023/2024 e variaram de 38,5% até 44,4% na safra 2022/2023, confirmando um desequilíbrio em termos de receita líquida dos sistemas.

Quando se analisa a receita total, é importante ressaltar que dois fatores influenciam seu valor: a produção e o preço do produto. Como observado anteriormente, a produção não foi suficiente para compensar o aumento dos custos com o uso do adubo verde, mas, para a safra de 2023/2024, houve decréscimo do preço do milho comercializado na região Central de Minas Gerais, onde foram conduzidos os estudos. O preço do milho era de R\$ 1,26/kg em 2023 e passou para R\$ 1,16/kg em 2024, redução de cerca de 8% no preço, que afetou negativamente a receita.

As taxas de retorno (TR) apresentadas nas Tabelas 6 e 7 não favorecem a escolha para aplicação de recursos no cultivo de milho orgânico em qualquer dos sistemas, pois na maioria dos

casos o valor dessas taxas é inferior a 1, e quando é maior, o lucro líquido tem valores pequenos para remunerar a atividade. As TR sobre custo total vão de 0,81 até 1,23 na safra 2023/2024 e vão de 0,52 até 1,03 na safra 2022/2023. Nos quatro valores acima de 1, a receita líquida foi de R\$ 9,49, R\$ 131,10, R\$ 570,21 e R\$ 573,18 para o sistema M em 2024, o sistema M+B em 2023, o M+B em 2024 e o M+Cr em 2023, respectivamente. Como se observou anteriormente, esses valores são baixos para remunerar o trabalho do produtor no período de safra, que corresponde aproximadamente a seis meses.

Ainda que os resultados econômicos sejam desfavoráveis nos sistemas estudados, é importante observar que o uso de adubo verde proporcionou aumento na produção de grãos entre 57% e 85%, comparado com o cultivo sem esse insumo. A incorporação de fontes de nutrientes para agricultura orgânica e agroecológica é uma das estratégias para sustentabilidade produtiva dos sistemas de cultivo. É também uma alternativa muito importante para o produtor com menos recursos financeiros, que permitam a ele investir

em tecnologias, pois o investimento para produção contínua de fitomassa das leguminosas se dará apenas no início do plantio das mudas.

Podem-se considerar ainda os impactos positivos de uso de leguminosas arbóreas como adubo verde, em uma perspectiva de benefícios conjuntos, como ganhos não quantificados de controle de plantas espontâneas, ciclagem de nutrientes (nitrogênio do ar e demais nutrientes do solo), fertilização das culturas comerciais, conservação da biodiversidade, promoção de controle biológico conservativo, conservação de água e ampliação da resiliência da área de produção. O desenho de sistemas agroecológicos multiespecíficos tem geralmente focado na complementaridade de funções, em vez de mecanismos que favoreçam o rendimento excessivo das monoculturas (Malézieux et al., 2009).

O desafio é alcançar arranjos produtivos adequados para reunir os benefícios econômicos e ambientais. Há ainda muitas lacunas que podem ser preenchidas com a continuidade das pesquisas. A qualidade do solo, o estoque de carbono, a evolução da degradação da fitomassa das leguminosas, o controle biológico conservativo e a biodiversidade de abelhas são outros aspectos que estão sendo avaliados nesses sistemas de produção. Entretanto, devem ser estudados atributos fitotécnicos como o número de plantas arbóreas para adubo verde, a quantidade de podas e os aspectos econômicos, a exemplo da possibilidade de colheita mecanizada do adubo verde e a incorporação de serviços ambientais na avaliação econômica. Esses são aspectos relevantes para a redução dos custos de produção de milho com uso de leguminosa arbórea como adubo verde.

Conclusões

A adubação verde com cratília e gliricídia para o milho cultivado entre os renques dessas leguminosas perenes promove maior produtividade de grãos e produz, na média das safras, entre 57% e 85% de grãos a mais que o milho cultivado sem esse insumo.

O milho é mais produtivo entre os renques de cratília do que entre os renques de gliricídia.

Há menor incidência (entre 20% e 80%) de plantas invasoras na cultura do milho cultivado entre

os renques de leguminosas se comparado com o milho solteiro.

O uso do inoculante BiomaPhos promove ganhos em produtividade entre 37% e 88% no milho cultivado solteiro, mas não mostra efeito significativo na produção para o milho plantado entre os renques de leguminosas.

O uso de adubo verde pode trazer resultado compensador para o produtor, em termos de rentabilidade, no sistema de milho cultivado entre renques de cratília sem uso de inoculante.

O custo de produção é maior quando se usa adubo verde de leguminosas arbóreas, em função da quantidade de mão de obra necessária para operação da poda e distribuição no campo, indicando que há espaço para desenvolvimento de novos arranjos produtivos e de técnicas mecanizadas para maior eficiência no manejo.

Agradecimentos

À equipe do projeto “Sistema de produção de milho orgânico na região Central de Minas Gerais”, da Embrapa, a equipe do projeto apoiou a criação e a manutenção de unidades de observação de arranjos produtivos de milho em sistema de aleias com leguminosas perenes. Aos colegas da Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio na condução dos sistemas, na coleta de dados de campo, nas análises do material e na confecção desta publicação.

Referências

AKINTUNDE, M. A. O.; RANTLO, A. M. Farmers' perception of alley cropping: a case study of IITA alley cropping programme participants. **Asian Journal of Science and Technology**, v. 7, n. 8, p. 3305-3309, 2016.

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200006>.

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.

DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANGELETTI, M. P.; SOUZA, J. L.; COSTA, H.; FAVARATO, L. F.; MUZZI, E. M.; MUNIZ, E. S.; LAURETT, L.; ZANUNCIO JÚNIOR, J. S.; GUARÇONI, A. **Espécies vegetais para cobertura de solo: guia ilustrado**. Vitória, ES: Incaper, 2018. 76 p. (Circular Técnica, 7-I).

ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, O. F.; ESPINOLA SOBRINHO, J. Controle de plantas daninhas na cultura do milho com gliricídia em consorciação. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 767-774, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000400010>.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001001000011>.

BENTO, G. P.; BASTIANI, M. L. R. Plantas de cobertura do solo na inserção de fitomassa e supressão de plantas espontâneas em sistema de manejo agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4685/4281>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Uma só saúde**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/u/uma-so-saude>. Acesso em: 12 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 ago. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm. Acesso em: 12 jun. 2024.

BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 3, p. 11-21, 2017. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i3.17669>.

CALEGARI, A. Benefícios do uso de adubos verdes como garantia de sustentabilidade e aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 1, cap. 1, p. 13-34.

CAMPANHA, M. M.; MATRANGOLO, W. J. R.; DUARTE, J. de O.; COSTA, S. H. P. da; OLIVEIRA, A. C. de. **Produção orgânica/agroecológica de milho entre renques de leguminosas perenes**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. 34 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 255).

CARVALHO, M. A.; RAMOS, A. K. B.; KARIA, C. T.; FERNANDES, F. D.; BRAGA, G. J. Biodiversity and genetic resources of forage legumes in Brazil. **Legume Perspectives**, v. 17, p. 47-51, 2019.

CHAVES, J. S.; SILVA, L. S.; MATOS, S. M.; PEREIRA, H. R.; SILVA, A. F.; ALVES, R. N.; OLIVEIRA, C. P. Produção de biomassa vegetal de *Gliricidia sepium* em sistema consorciado com fruteiras. **Conjecturas**, v. 22, n. 16, p. 287-298, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.53660/CONJ-2004-MP26>.

CHERUBIN, M. R.; CARVALHO, M. T.; VANOLLI, B. S.; SCHIEBELBEIN, B. E.; BORBA, D. A.; LUZ, F. B.; CARDOSO, G. M.; BORTOLO, L. S.; MAROSTICA, M. E. M.; SOUZA, V. S. **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2022. 126 p.

CLIMACO, L. C. T. **Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*) (Desv.) Kuntze para estabelecimento do ponto de corte**. 2023. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

COSTA, P. M. A.; SILVA, T. S. Levantamento fitossociológico de plantas espontâneas associadas às condições de solo no brejo paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 2, p. 224-228, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v16i2.8324>.

COBO, J.; BARRIOS, E.; KASS, D. C.; THOMAS, R. Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, p. 87-92, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0496-y>.

DUARTE, J. de O. Custos na agricultura irrigada. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 508-528.

DUBOC, E.; MORAES NETO, S. P. de; MELO, J. T. Sistemas agroflorestais e Cerrado. In: PARRON, L. M.; AGUIAR, L. M. de S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; CAMARGO, A. J. A. de; AQUINO, F. de G. (ed.). **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 10, p. 305-344.

FARIAS, L. T.; SOARES, J. P. G.; ALVES, D.; JUNQUEIRA, A. M. R. Manejo sustentável da produção orgânica em sistemas agroflorestais (SAFs) na agricultura familiar. **Colóquio: Revista de Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 1, p. 292-309, 2022. Edição especial SOBER.

GUIMARÃES, J. L. C.; MATRANGOLO, W. J. R.; VENZON, M.; AGUIAR-MENEZES, E. de L. Potencial da cratília (Fabaceae) na conservação de artrópodes benéficos no cerrado mineiro retratado pela fotografia digital. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANODE PESQUISA EM AGRICULTURA ORGÂNICA/BIOLOGICA, 1., 2023, Seropédica. **Anais...** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos#:~:text=Instituto%20Nacional%20de%20Meteorologia%20%2D%20INMET>. Acesso em: 9 jul. 2024.

IWATA, B. F.; COSTA, M. C. G.; LEITE, L. F. C.; NASCIMENTO, B. L. M.; ALMEIDA, K. S.; BARBOSA, D. L. S.; SOUSA JÚNIOR, E. L.; BRANDÃO, M. L. S. M. Manejo de resíduos em argissolo sob agrofloresta no semiárido cearense. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20702-20716, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-300>.

KANG, B. T. Alley cropping: soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v. 91, n. 1, p. 75-82, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03886-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03886-8).

LEITE, A. A. L.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L.; MOURA, E. G.; AGUIAR, A. C. F. Comportamento de dois genótipos de milho cultivados em sistema de aleias preestabelecido com diferentes leguminosas arbóreas. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 875-882, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000400009>.

LÓPEZ-HERRERA, M.; BRICEÑO-ARGUEDAS, E. Efecto de la frecuencia de corte y la precipitación en el rendimiento de *Cratylia argentea* orgánica. **Nutrición Animal Tropical**, v. 10, n. 1, p. 24-44, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15517/nat.v10i1.24703>.

MACEDO, J. R. A. **Atributos do solo e flora infestante em sistema de semeadura direta do milho na palha de leguminosas arbóreas**. 2015. 58 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

MALÉZIEUX, E.; CROZAT, Y.; DUPRAZ, C.; LAURANS, M.; MAKIWSKI, D.; OZIER-LAFONTAINE, H.; RAPIDEL, B.; TOURDONNET, S. de; VALATIN-MORISON, M. Mixing plant species in cropping systems: Concepts, tools and models: a review. In: LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEDE, P.; VÉRONIQUE, S.; ALBEROLA, C. (ed.). **Sustainable agriculture**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 329-353. DOI: https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_22.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000500009>.

MATRANGOLO, W. J. R.; BRASILEIRO, B. P.; SILVA, C. J. da; NETTO, D. A. M.; MATTAR, E. P. L.; FRADE JÚNIOR, E. F.; SILVA, I. H. F. da; SILVA, I. S. da; CRIVELARO, J. C. B.; RIBEIRO, J. P. O.; FERRAZ, L. de C. L.; COSTA, L. S. C.; MALTA, P. da C. C.; CRUZ, S. C. B. da; GOMES, S. X.; GONÇALVES, V. A. D. **Aspectos de *Cratylia argentea* na região central de Minas Gerais e potencialidades em sistemas agrobiodiversos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 41

p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 233).

MATRANGOLO, W. J. R.; CAMPANHA, M. M.; FRAZÃO, L. A.; COSTA, S. H. P.; FIGUEIREDO, J. G.; MOREIRA, E. C. T. Aprendizados no manejo de aléias com *Cratylia argentea* e *Gliricidia sepium*. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024. No prelo. Edição dos anais do 12º Congresso Brasileiro de Agroecologia, Rio de Janeiro, 2023.

MATRANGOLO, W. J. R.; GONCALVES, V. A. D.; GOMES, S. X.; SILVA, I. H.; FERRAZ, L. de C. L.; CAMPANHA, M. M. Produção de fitomassa por *Cratylia argentea* (Fabaceae) em sistema de aleias na região central de Minas Gerais. In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. (org.). **Ensaios nas ciências agrárias e ambientais**. Ponta Grossa: Atena, 2019. v. 5, cap. 22, p. 200-213.

MATRANGOLO, W. J. R.; RIBEIRO, P. D. A.; CRUZ, S. C. B.; GONÇALVES, V. A. D.; MALTA, P.; SILVA, I. H. F.; GOMES, S. Produção de base agroecológica de milho com duas leguminosas perenes em sistema de aleias. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2: Fome zero e agricultura sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2>. Acesso em: 13 out. 2024.

PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; COSTA, G. S.; CARNEIRO, J. G. A. Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, v. 35, n.4, p. 781-789, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500003>.

PÉREZ-MARIN, A. M.; SARMENTO, M. I. A.; VENDRUSCOLO, J. Decomposição de esterco bovino e de biomassa de *Gliricidia sepium* em Neossolo Regolítico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento**

Sustentável, v. 13, n. 4, p. 419-426, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5739>.

PIMENTEL, N. R.; PAULETTO, D.; DUARTE, H. M. A.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, A. J. C. Uso de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) em sistema alley cropping na produção de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Agroecossistemas**, v. 15, n. 1, p. 22-30, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v15i1.11600>.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G. Cultivo de milho no sistema de aléias com leguminosas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1303-1309, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500005>.

SÁNCHEZ, N. R.; LEDIN, S.; LEDIN, I. Biomass production and nutritive composition of *Cratylia argentea* under different planting densities and harvest intervals. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 29, n. 4, p. 5-22, 2007. DOI: https://doi.org/10.1300/J064v29n04_03.

SANTOS, A. F.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1267-1272, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001200003>.

SEIDEL, E. P.; FEY, E.; COSTA, N. V.; PIETROWSKI, V. **Plantas de cobertura: importância na produção de grãos em sistema agroecológico**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2020. 49 p.

SILVA, E. C.; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; CARVALHO, A. M. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. In: LIMA FILHO, O. S.; AMBROSANO, E. J.;

ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap 7. p. 283-323.

SOUZA, J. L.; ARAÚJO, J. B. S.; MOTEIRO, L. H. I.; OLIVEIRA FILHO, W. **Cultivo em alamedas: tecnologia de alta eficiência produtiva e ambiental**.

Vitória, ES: Incaper, 2020. 24 p. (Documentos, 272).

TIEMANN, T. T.; FRANCO, L. H.; PETERS, M.; FROSSARD, E.; KREUZER, M.; LASCANO, C. E.; HESS, H. D. Effect of season, soil type and fertilizer on the biomass production and chemical composition of five tropical shrub legumes with forage potential. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 3, p. 255-265, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00691.x>.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, M.; CHÈNEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 3, p. 918-926, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.643918x>.

TSUNECHIRO, A.; DUARTE, J. de O.; MATTOSO, M. J. Aspectos econômicos da comercialização e custo de produção do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 179-191.

WOLZ, K. J.; DELUCIA, E. H. Alley cropping: global patterns of species composition and function. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 252, p. 61-68, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.005>.

Tabela 9; Custo de produção de 1 hectare (ha) de milho adubado com gliricídia com (M+GI+B) e sem (M+G) BiomaPhos (R\$/ha).

Especificação	Unid.*	Quant.	Custo variável M+GI		Custo variável M+GI+B		Custo fixo		Custo total M+G		Custo total M+GI+B	
			Unit.	Valor	%	Unit.	Valor	Valor	%	Valor	%	Valor
1. INSUMOS												
1.1 Gliricídia												
Plantio e manutenção												
1.2 Preparo do solo, plantio e manutenção												
BiomaPhos para inoculação	L	0,2		0	1.000,00							
Semente	kg	20	12	240	6,88	12	240	6,42	0	257,55	100	257,55
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES												
2.1. Recuperação e conservação do solo												
Capina p/ plantio	h/t	1	180	180	5,16	180	180	4,81	240	11,01	240	440
Primeira poda da gliricídia	d/h	6	100	600	17,19	100	600	16,04	0	5	200	5
2.2. Preparo do solo e plantio												
Plantio	h/t	2,4	200	480	13,75	200	480	12,83	3.250,00	82,55	3.250,00	3.300,00
Plantio	d/h	0,5	100	50	1,43	100	50	1,34	780	19,51	780	780
2.3. Tratos culturais												
Inoculação	d/h	0,5	100	1.200,00	34,38	100	50	1,34	180	4,5	180	180
Segunda poda da gliricídia	d/h	6	100	600	17,19	100	600	16,04	600	15,01	600	600
Limpeza manual	d/h	6	100	600	17,19	100	600	16,04	600	15,01	600	600
2.4 Colheita												
Colheita manual	d/h	6	100	600	17,19	100	600	16,04	740	18,51	740	740
Transporte interno	h/t	1	140	140	4,01	140	140	3,74	140	3,5	140	140
TOTAL												
				3.490,00	100	3.740,00	100	257,55	100	3.747,55	100	3.997,55

* d/h=dia-homem; h/t=hora-trator; L=Litro.

Tabela 11: Custo de produção de 1 hectare (ha) de milho sem BiomaPhos (M) (R\$/ha).

Especificação	Unidade	Quantidade	Custo variável			Custo total	
			Unitário	Valor	%	Valor	%
1. INSUMOS						0	0
1.1 Cratília/glicírdia						0	0
1.2 Preparo do solo, plantio e manutenção				240	10,91	240	10,91
Semente	kg	20	12	240	10,91	240	10,91
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES				1.960,00	89,09	1.960,00	89,09
2.1. Recuperação e conservação do solo				0	0	0	0
2.2. Preparo do solo e plantio				530	24,09	530	24,09
Plantio	h/t	2,4	200	480	21,82	480	21,82
Plantio	d/h	0,5	100	50	2,27	50	2,27
2.3. Tratos culturais				690	31,36	690	31,36
Cultivador	h/t	0,5	180	90	4,09	90	4,09
Limpeza manual	d/h	6	100	600	27,27	600	27,27
2.4 Colheita				740	33,64	740	33,64
Colheita manual	d/h	6	100	600	27,27	600	27,27
Transporte interno	h/t	1	140	140	6,36	140	6,36
TOTAL				2200	100	2.200,00	100

* d/h=dia-homem; h/t=hora-trator.

Tabela 12: Custo de produção de 1 hectare (ha) de milho com BiomaPhos (M+B) (R\$/ha).

Especificação	Unid.*	Quant.	Custo variável			Custo total	
			Unit.	Valor	%	Valor	%
1. INSUMOS						0	0
1.1 Cratília/glicírdia						0	0
1.2 Preparo do solo, plantio e manutenção				440	17,96	440	17,96
BiomaPhos para inoculação	L	0,2	1.000,00	200	8,16	200	8,16
Semente	kg	20	12	240	9,8	240	9,8
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES				2.010,00	82,04	2.010,00	82,04
2.1. Recuperação e conservação do solo				0	0	0	0
2.2. Preparo do solo e plantio				530	21,63	530	21,63
Plantio	h/t	2,4	200	480	19,59	480	19,59
Plantio	d/h	0,5	100	50	2,04	50	2,04
2.3. Tratos culturais				740	30,2	740	30,2
Inoculação (mão de obra)	d/h	0,5	100	50	2,04	50	2,04
Cultivador	h/t	0,5	180	90	3,67	90	3,67
Limpeza manual	d/h	6	100	600	24,49	600	24,49
2.4 Colheita				740	30,2	740	30,2
Colheita manual	d/h	6	100	600	24,49	600	24,49
Transporte interno	h/t	1	140	140	5,71	140	5,71
TOTAL				2.450,00	100	2.450,00	100

* d/h=dia-homem; h/t=hora-trator; L=Litro.

Tabela 13: Preços de milho em 18/7/2023 e 04/07/2024

Preço de milho em 4/7/2024		
		Ágio de 30%*
R\$/50 kg milho	R\$ 53,70	R\$ 69,81
R\$/1 kg milho	R\$ 0,90	R\$ 1,16

*Ágio de 30% sobre o preço para o milho orgânico.

Preço de milho em 18/7/2023		
		Ágio de 30%*
R\$/50 kg milho	R\$ 58,00	R\$ 75,40
R\$/1 kg milho	R\$ 0,97	R\$ 1,26

*Ágio de 30% sobre o preço para o milho orgânico.