



Produção orgânica/agroecológica de milho entre renques de leguminosas perenes



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura e Pecuária***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
255**

**Produção orgânica/agroecológica de milho
entre renques de leguminosas perenes**

*Mônica Matoso Campanha
Walter José Rodrigues Matrangolo
Jason de Oliveira Duarte
Samuel Henrique Pereira Costa
Antônio Carlos de Oliveira*

***Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2023***

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424, Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva
Elena Charlotte Landau

Membros
Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria Cristina Dias Paes.

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)

Tratamento das ilustrações
Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Foto da capa
Walter José Rodrigues Matrangolo

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Produção orgânica/agroecológica de milho entre renques de leguminosas perenes / Mônica Matoso Campanha... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2023.

PDF (34 p.) : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 255).

1. *Zea mays*. 2. Leguminosa. 3. Rendimento. 4. Custo de produção. I. Campanha, Mônica Matoso. II. Matrangolo, Walter José Rodrigues. III. Duarte, Jason de Oliveira. IV. Costa, Samuel Henrique Pereira. V. Oliveira, Antônio Carlos de. VI. Série.

CDD (21.ed.) 633.15

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão	13
Conclusões.....	25
Agradecimentos.....	26
Referências.....	26
Anexo A.....	30

Produção orgânica/agroecológica de milho entre renques de leguminosas perenes

Mônica Matoso Campanha¹

Walter José Rodrigues Matrangolo²

Jason de Oliveira Duarte³

Samuel Henrique Pereira Costa⁴

Antônio Carlos de Oliveira⁵

Resumo — Em sistemas orgânicos e agroecológicos, produção própria de fontes de matéria orgânica e nutrientes é uma alternativa importante para aumentar a resiliência deles. O presente trabalho objetivou avaliar a produção de milho orgânico entre renque das leguminosas cratília e gliricídia (sistema de cultivo em aleia), com e sem inoculação das sementes com bioinsumo promotor de crescimento (BiomaPhos), comparado com o cultivo solteiro; avaliar a incidência de plantas invasoras nos tratamentos; e estimar o custo de produção e rentabilidade dos sistemas. Verificou-se que as plantas de cratília e gliricídia foram fontes de nutrientes para as plantas de milho, visto que cresceram mais e foram mais produtivas entre os renques de cratília sem a utilização do bioinsumo. As menores produtividades de grãos foram encontradas no plantio solteiro, sem o bioinsumo. Também no plantio solteiro foram observados maior número de espécies e maior quantidade de plantas invasoras. O custo de produção é maior quando se usam as leguminosas, em função da atividade da poda e distribuição das folhas no campo. Houve lucro

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia (Produção Vegetal), pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

³ Economista, doutor em Agricultural Economics, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁴ Engenheiro-agrônomo, bolsista do Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI) - CNPq da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

para o sistema de milho entre renques de cratília sem BiomaPhos e de milho solteiro com BiomaPhos.

Termos para indexação: *Zea mays*, cratília, glicíndia, produtividade, custo.

Organic/agroecological production of maize among rows of perennial legumes

Abstract — In organic and agroecological systems, own production of sources of organic matter and nutrients is an important alternative to increase the resilience of these systems. This work aimed to evaluate the production of organic maize between rows of cratylia and glyricidia legumes (alley cropping system), with and without inoculation of seeds with growth promoter bioinput (BiomaPhos), compared with single cultivation; aimed to evaluate the incidence of invasive plants in the treatments; and aimed to estimate the production cost and profitability of the systems. It was found that cratylia and glyricidia plants were sources of nutrients for maize. Maize plants grew more and were more productive among the cratylia rows without the use of the bioinput. The lowest grain yields were found in maize in monoculture, without the bioinput. Also in the monoculture, a greater number of species and a greater amount of invasive plants were found. The production cost is higher when using legumes due to the activity of pruning and distribution of leaves in the field. Profits were positive for the maize system between rows of cratylia, without BiomaPhos, and maize in monoculture with BiomaPhos.

Index terms: *Zea mays*, cratylia, glyricidia, productivity, cost.

Introdução

A diversificação de fontes de matéria orgânica para os solos é importante para ampliar a resiliência de atividades produtivas nos sistemas orgânicos e agroecológicos, que são restritivos à utilização de fertilizantes químicos. Para esses sistemas, o uso de esterco, como fonte de nutrientes e matéria orgânica, vem sendo muito significativo. Entretanto, implicações relacionadas à disponibilidade, à qualidade e ao preço podem ser fatores limitantes de uso de esterco pelo agricultor.

A produção própria de material orgânico rico em nutrientes se apresenta como alternativa para a produção de grãos de base agroecológica e, nesse contexto, o uso de leguminosas com cultivos de interesse econômico tem grande relevância. Diversos benefícios da adubação verde são referenciados na literatura, como proteção do solo quanto à erosão hídrica; adição de matéria orgânica a partir do carbono (C) da biomassa vegetal produzida *in situ* e da ciclagem de nutrientes do solo e do nitrogênio (N) atmosférico incorporado ao solo; atenuação de efeitos relacionados a variáveis climáticas; redução da infestação de populações de plantas espontâneas, pragas e doenças de solo; fornecimento de fonte de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas; e manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção agropecuária (Leite et al., 2008; Vasconcelos et al., 2012; Guerra et al., 2014; Inomoto; Asmus, 2014; Macêdo, 2015).

Para o cultivo do milho, uma possibilidade que vem sendo estudada é o consórcio com leguminosas perenes em aleias. O cultivo em aleias é um modelo de sistema agroflorestal que consiste no estabelecimento de espécies arbóreas ou arbustivas em fileiras espaçadas o suficiente entre si, permitindo o cultivo de outras culturas agrícolas entre as fileiras das árvores (Kang, 1997). Nesse desenho, sementes de milho são plantadas entre renques de leguminosas perenes, como cratília e a gliricídia, e elas permanecem na lavoura após a colheita do grão e podem ser conduzidas por meio de podas sem necessidade de replantio. As podas visam reduzir a competição por luz das leguminosas durante o ciclo da cultura e fornecer minerais e matéria orgânica ao solo, reduzindo custos de compra de insumos e aumentando a sustentabilidade do sistema.

A cratília (*Cratylia argentea*) é uma leguminosa arbustiva nativa do Brasil, bem adaptada aos Cerrados. A planta é tolerante à falta de água e às queimadas, está adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade, mantendo-se verde o ano todo. Sua grande capacidade de rebrota permite que, com podas de condução ou drásticas, a arquitetura da planta seja definida de acordo com a necessidade de manejo de cada agroecossistema (Matrangolo et al., 2018).

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é leguminosa arbórea que produz grande quantidade de biomassa de folhas, galhos finos e grossos. Sua presença em áreas de cultivo agrícola pode proporcionar aumento da produtividade e estabilidade aos agroecossistemas (Martins et al., 2013). Com sistema radicular profundo, essa espécie apresenta boa tolerância à seca, além de crescimento rápido e alta capacidade de rebrota (Barreto et al., 2004).

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a produção de milho orgânico entre renques das leguminosas cratília e gliricídia (sistema de cultivo em aleia), com e sem inoculação das sementes com bioinsumo promotor de crescimento (BiomaPhos), comparado com o cultivo solteiro; avaliar a incidência de plantas invasoras nos tratamentos; e estimar o custo de produção e rentabilidade dos sistemas.

Esta pesquisa também contribui para o atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), relativo ao ODS 2 – “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, 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”. As práticas agrícolas de cultivo orgânico/agroecológico de milho entre aleias de leguminosas perenes seguem no propósito de produção de alimentos saudáveis com sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas safras 2021/2022 e 2022/2023, em arranjos de milho cultivado entre aleias ou renques de leguminosas arbustivas, de longa duração. O clima do município de Sete Lagoas é Cwa (Köppen (1936), citado por Alvares et al., 2013, ou seja, o clima é de savana, com inverno seco e verão úmido com chuva. As precipitações nos anos de 2020, 2021, 2022 e até julho de 2023 foram de 1.217,8 mm; 1.718 mm; 1.385,4 mm e 747,7 mm, respectivamente. O cultivo se deu em latossolos vermelhos, cujos parâmetros de análises químicas, realizadas em julho de 2022, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros químicos do solo, na profundidade de 0–20 cm, de áreas de milho plantadas em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B). Sete Lagoas, MG.

Safr	Parâmetros químicos do solo, na profundidade de 0–20 cm							
	pH (H ₂ O)	P* (CaCl ₂)	K	S	Ca	Mg	H+Al	MO
2021/2022		mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	cmol c/dm ³	cmol c/dm ³	cmol c/dm ³	dag/K
M	6,20	5,50	73,10	92,40	6,80	7,55	1,02	2,93
M+B	5,90	5,30	109,20	156,50	20,70	7,19	1,02	3,16
M+Gl	6,60	6,00	65,50	244,50	17,20	7,59	1,33	3,56
M+Gl+B	6,30	5,60	52,50	237,60	41,80	6,86	1,30	3,12
M+Cr	6,20	5,70	61,70	201,30	10,60	7,77	1,20	2,86
M+Cr+B	6,50	5,90	67,00	295,10	25,80	7,95	1,25	2,89

Safr	Parâmetros químicos do solo, na profundidade de 0–20 cm (continuação)							
	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn
2021/2022	cmol c/dm ³	cmol c/dm ³	%	mg/dm ³				
M	8,80	12,30	71,60	0,32	1,00	32,00	13,70	9,10
M+B	8,60	12,80	67,30	0,52	0,90	36,20	16,90	12,50
M+Gl	9,60	11,80	80,90	0,42	0,80	26,60	23,30	8,10
M+Gl+B	8,80	11,50	76,30	0,42	1,00	28,40	18,40	7,00
M+Cr	9,50	12,00	79,00	0,38	0,90	33,00	19,20	6,60
M+Cr+B	9,90	12,00	82,90	0,45	1,00	27,60	24,80	10,50

*P: Melich 1

O método de cultivo consistiu na semeadura direta do milho cultivar BRS Caibé sobre fitomassa das leguminosas cratília (*Cratylia argentea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) podadas e espalhadas sobre o solo, comparado com o cultivo solteiro de milho, em sistema orgânico/agroecológico de

produção. As leguminosas foram implantadas em fevereiro de 2013, no espaçamento de 4 m entre linhas e de 0,50 m entre plantas (densidade inicial de 4.300 plantas/ha). Desde então, elas sofreram duas podas durante o ano, sendo uma antes do plantio e outra cerca de 60 dias após o plantio. Os ramos podados foram separados em galhos grossos (ramas > 1 cm), e galhos finos e folhas, pesados e distribuídos na área entre os renques.

A área experimental foi constituída de seis tratamentos, sendo três sistemas de produção: milho entre renques de glicíndia (M+Gl), milho entre renques de cratília (M+Cr) e milho solteiro (M). Dentro deles, em metade da área, foi utilizado o tratamento de sementes com o bioinsumo BiomaPhos (M+Gl+B, M+Cr+B, M+B), e na outra metade, sem o produto (M+Gl, M+Cr, M). Cada tratamento ocupou uma área de 80 m². Dentro de cada tratamento, foram retiradas quatro amostras, sendo cada unidade amostral composta de uma linha de 20 m.

No ano de 2021, as leguminosas sofreram a primeira poda, em 18 fevereiro. A fitomassa foi cortada e separada, e galhos finos e folhas foram lançados sobre o solo. A segunda poda ocorreu em 21 de dezembro de 2021, seguindo o mesmo procedimento anterior. Em 27 de dezembro de 2021, o milho foi semeado entre os renques das leguminosas, no espaçamento 0,70 m entre linhas, para um estande de 70 mil plantas por hectare, empregando-se o mesmo espaçamento ao milho solteiro. Em meados de fevereiro de 2022, submeteu-se a última rebrota a uma nova poda. A cultura não recebeu nenhum outro aporte de nutrientes externos. A colheita dessa safra foi realizada no dia 22 de abril de 2022, manualmente.

As podas das leguminosas no ano de 2022 ocorreram em 16 de fevereiro e 17 de novembro. O milho foi plantado em 13 de dezembro, no espaçamento de 0,70 m entre linhas, para um estande de 70 mil plantas por hectare. O milho solteiro seguiu o mesmo espaçamento. Em 24 de janeiro de 2023, houve uma nova poda de cratília e glicíndia. A colheita manual foi realizada em 24 de abril de 2023. Da mesma forma que no ano anterior, o milho não recebeu nenhuma outra fertilização, além daquela proporcionada pela poda das leguminosas.

O controle de plantas invasoras foi feito com capina na safra 2021/2022 e com cultivador na safra 2022/2023, somente para o tratamento do milho solteiro. Nos tratamentos com milho entre renques de glicíndia e cratília, foi

feita uma roçagem manual com foice, por cima das palhas, nas entrelinhas de plantio.

Na cultura do milho, avaliou-se a altura de plantas, a altura das espigas, o número de plantas por hectare (estande) e a produção de grãos. As leguminosas foram avaliadas quanto à quantidade de material vegetal, não sendo contabilizado como aporte de fitomassa o material lenhoso (galhos grossos > 1cm).

A análise de variância, utilizada para testar a hipótese de igualdade de médias entre os tratamentos teve como base o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + t_i + a_j(i) + e$, 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 $e_{k(i,j)}$ é o erro experimental. As médias foram comparadas pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Foto: Walter José Rodrigues Matrangolo



Figura 1. Vista da unidade experimental, em 23 de fevereiro de 2022. Sete Lagoas, MG.

Avaliou-se ainda a comunidade de plantas invasoras ou espontâneas, durante o crescimento inicial da lavoura de milho. Foi analisado o número de espécies presentes e sua identificação pelo nome comum, e o peso verde e seco delas. A quantificação da vegetação espontânea se deu aos 16 dias e aos 38 dias após o plantio do milho, sempre antes de se efetuar o controle das plantas espontâneas. Para tanto, empregou-se um quadrado vazado de 0,25 m², que foi lançado aleatoriamente cinco vezes em cada parcela experimental.

Foram calculadas a frequência absoluta (FA) e a frequência relativa (FR) das plantas invasoras (Costa; Silva, 2021). A FA (Equação 1) indica em quantas unidades amostrais uma espécie ocorre em relação ao número total de unidades amostrais. A FR (Equação 2) indica a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies coletadas.

$$FA = (pi/P) * 100 \text{ (Equação 1)}$$

em que

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

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

$$FR = (FAi / \sum FA) * 100 \text{ (Equação 2)}$$

em que

FAi 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 dados obtidos do experimento em campo, em uma planilha contendo os indicadores básicos de custo de produção para o milho orgânico, 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 foram importante fonte de nutrientes para a cultura do milho, considerando-se que não houve outro aporte de nutrientes ao sistema. O quantitativo de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) das podas das leguminosas em cada ano e o quantitativo de N fixado pelas folhas estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Matéria verde total e das folhas (MV)¹ e matéria seca das folhas (MS)² de podas de renques de gliricídia e cratília e o nitrogênio fixado na MS das folhas³. Sete Lagoas, MG. (A) gliricídia e (B) cratília.

(A)

GLIRICÍDIA						
Ano	MV (kg/parcela)			MS (kg/parcela)	MS (kg/ha)	N fixado (kg/ha)
	1ª poda (ramos e folhas)	2ª poda (ramos e folhas)	folhas	folhas	folhas	folhas
2020	594	430	561	131	8.181	367
2021	520	960	943	220	13.765	618
2022	225	780	555	130	8.104	364

(B)

CRATÍLIA						
Ano	MV (kg/parcela)			MS (kg/parcela)	MS (kg/ha)	N fixado (kg/ha)
	1ª poda (ramos e folhas)	2ª poda (ramos e folhas)	folhas	folhas	folhas	folhas
2020	63	210	178	58	3.644	125
2021	130	500	306	100	6.259	214
2022	164	750	504	165	10.312	353

¹ Material vegetal da poda composto por folhas e ramos (galhos >1 cm).

² Considerando a matéria seca de plantas de gliricídia de 23,35% e de cratília de 32,75% da matéria verde. (Matrangolo et al., 2016).

³ Considerando o teor médio de N de 4,49% para gliricídia e de 3,42% para cratília (Matrangolo et al., 2019).

Os dados da Tabela 2 demonstram a importância das leguminosas estudadas como fonte e aporte de nitrogênio, além de outros nutrientes, como P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe e Zn, conforme demonstrado por Matrangolo et al. (2018), comprovando a indicação dessas plantas como adubo verde. Em estudos com leguminosas perenes, Macêdo (2015) identificou que as combinações de leguminosas arbóreas mantiveram a maioria das características físicas e químicas do solo do sistema de cultivo em aleias com condições favoráveis ao cultivo agrícola. Nutrientes reciclados por leguminosas cultivadas em aleias e adicionados pela adubação mineral também foram reportados por outros autores (Queiroz et al., 2007; Leite et al., 2008; Matrangolo et al., 2019).

Observou-se que, no primeiro ano de cultivo, as plantas de milho ficaram mais altas entre os renques de leguminosas; no segundo ano, foram observadas maiores alturas das plantas de milho entre os renques de cratília (Figura 2).

Na safra 2021/2022, os valores de altura do milho entre os renques de cratília e gliricídia não diferiram entre si, mesmo com a utilização do bioinsumo, mas diferiram quanto aos valores para o milho solteiro. Para o milho plantado em monocultura, o BiomaPhos promoveu maior crescimento das plantas (M+B). Para o milho entre os renques de cratília e gliricídia as alturas foram de 230 cm, 237 cm, 224 cm, 231 cm para M+Cr, M+Cr+B, M+Gl, M+Gl+B, e, para o milho solteiro, foram de 185 cm e 211 cm para M e M+B, respectivamente.

Na safra seguinte, houve diferença de alturas para todos os tratamentos, com maiores alturas no milho plantado entre renques de cratília, seguido do milho entre renques de gliricídia e do milho solteiro (Figura 2). Nota-se que o uso do bioinsumo promoveu o aumento das plantas de milho em M+Gl+B, não diferindo estatisticamente do milho plantado entre os renques de cratília. Os valores das alturas foram 159 cm e 158 cm para M e M+B; 172 cm e 184 cm para M+Gl, M+Gl+B; e 198 cm e 204 cm para M+Cr, M+Cr+B.

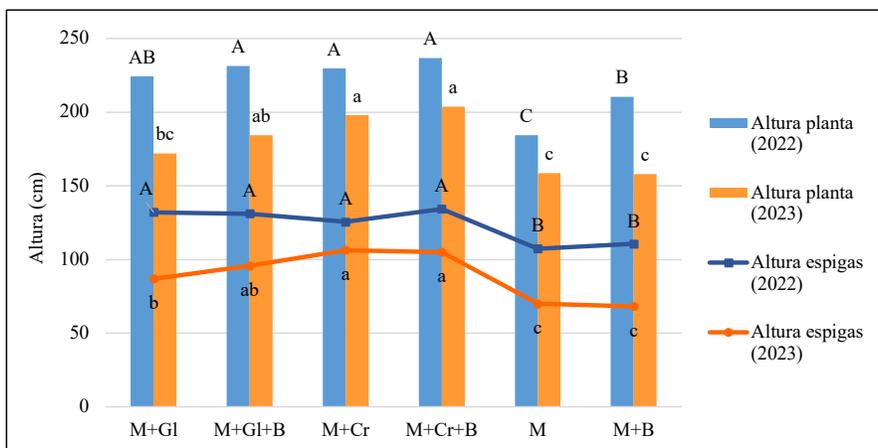


Figura 2. Altura média de plantas (cm) e de espigas (cm) de plantas de milho cultivadas em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), nas safras 2021/2022 (2022) e 2022/2023 (2023). Sete Lagoas, MG. Letras maiúsculas diferem entre si, para o ano 2022, e letras minúsculas diferem entre si, para o ano 2023, pelo teste LSD (5%).

A altura das espigas acompanhou a altura das plantas. Plantas mais altas tiveram a espiga em posição mais alta (Figura 2). Na primeira safra (2021/2022), as alturas variaram de 107 cm (M) a 134 cm (M+Cr+B). Na

segunda safra, houve maior diferença entre as alturas de espigas, variando de 68 cm (M+B) a 106 cm (M+Cr), mas também seguindo a altura de plantas.

Também houve diferença entre os tratamentos para o estande final (plantas/ha). Nas duas safras, os maiores estandes foram alcançados pelo milho cultivado solteiro, com e sem BiomaPhos (Figura 3). Na safra 2021/2022, a média para o estande para o milho solteiro foi 78,9 mil plantas, não diferindo estatisticamente do estande médio para milho entre renques de gliricídia com BiomaPhos (M+Gl+B), com 71,8 mil plantas/ha. Nessa safra, o menor estande foi apresentado pelo milho entre renques de cratília (M+Cr), com 50,5 mil plantas/ha. Os tratamentos M+Cr+B, M+B, M+Gl, M+Gl+B foram iguais estatisticamente, cobrindo um estande médio de 67,0 mil plantas/ha; 67,4 mil plantas/ha; 68,2 mil plantas/ha e 71,8 mil plantas/ha (Figura 3).

Na safra seguinte, 2022/2023, os menores estandes estiveram no M+Gl, M+Cr+B, M+Gl+B, M+Cr, com estande médio de 58,2 mil plantas/ha; 60,3 mil plantas/ha; 60,7 mil plantas/ha e 62,8 mil plantas/ha, respectivamente. Os maiores estandes foram encontrados no milho plantado solteiro, com ou sem BiomaPhos, sendo 74,4 mil plantas/ha e 69,4 mil plantas/ha para M+B e M, respectivamente (Figura 3).

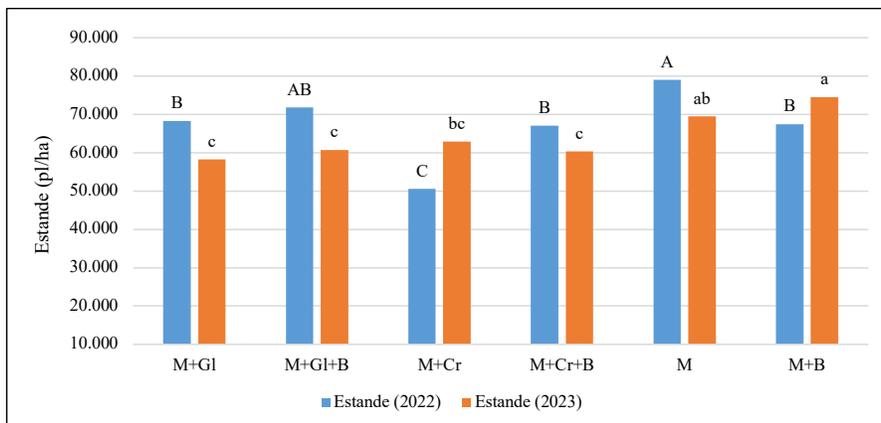


Figura 3. Estande médio (plantas por hectare) para lavouras de milho cultivadas em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), nas safras 2021/2022 (2022) e 2022/2023 (2023). Sete Lagoas, MG. Letras maiúsculas diferem entre si, para o ano 2022, e letras minúsculas diferem entre si, para o ano 2023, pelo teste LSD (5%).

Na safra 2021/2022, foi avaliado o número de espigas, que, no geral, acompanha o estande (Tabela 3). O maior número de espigas e o maior número de plantas foram encontrados no milho solteiro (M), e o milho entre renques de cratília, sem inoculante (M+Cr), apresentou o menor estande e número de espigas.

Tabela 3. Número de espigas e de plantas por linha, para lavoura de milho plantada em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de gliricídia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes (BiomaPhos) (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), na safra 2021/2022. Sete Lagoas, MG.

Tratamento	Número de espigas/linha ¹	Número de plantas/linha ¹
M+Cr+B	68 A	85 B
M	64 AB	100 A
M+B	63 AB	85 B
M+Gl+B	58 ABC	91 AB
M+Cr	52 BC	64 C
M+Gl	47 C	86 B

¹ Letras maiúsculas diferem entre si, na coluna, pelo teste LSD (5%).

Apesar de o estande ser maior no milho solteiro, isso não refletiu em maior produtividade (Tabela 4). A produção do milho solteiro foi a mais baixa (M) nas duas safras, sendo que na safra 2021/2022 a produtividade foi semelhante à de M+Gl. A maior produtividade foi alcançada para o milho plantado entre os renques de cratília, sendo que na primeira safra (2021/2022) a produção de M+Cr+B foi maior e, na segunda safra, a produção sem o bioinsumo foi maior (M+Cr, em 2022/2023). Menor produção de milho solteiro, em comparação com milho produzido entre renques de leguminosas perenes, também foi encontrada por Leite et al. (2008) e Queiroz et al. (2007).

Tabela 4. Produção (kg/ha) para lavoura de milho plantada em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de glicírdia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes (BiomaPhos) (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), em duas safras. Sete Lagoas, MG.

Tratamento	Produção (kg/ha)	
	Safra 2021/2022 ¹	Safra 2022/2023 ¹
M+Cr	2.075 BC	4.022 A
M+Cr+B	2.690 A	3.281 B
M+Gl	1.573 C	3.258 B
M+Gl+B	1.996 BC	3.115 B
M+B	2.230 AB	2.679 B
M	1.577 C	1.426 C

¹ Letras maiúsculas diferem entre si, na coluna, pelo teste LSD (5%).

Na safra 2022/2023, as melhores produtividades foram alcançadas com o estande próximo a 60 mil plantas (Figura 4). Mais plantas por área significa maior competição por recursos, e, no caso do milho solteiro, o maior estande apresentou menor produção (M). Nessa safra, o tratamento de sementes com o bioinsumo não teve efeito na produtividade do milho cultivado com as leguminosas, contudo, no tratamento do milho solteiro, o uso do BiomaPhos (M+B) aumentou a produção em 87%. Entretanto, na safra anterior (2021/2022), o uso de BiomaPhos promoveu por volta de 41%, 30% e 27% de ganho em produtividade de grãos, para o milho plantado em monocultura, entre renques de cratília e entre renques de glicírdia, respectivamente.

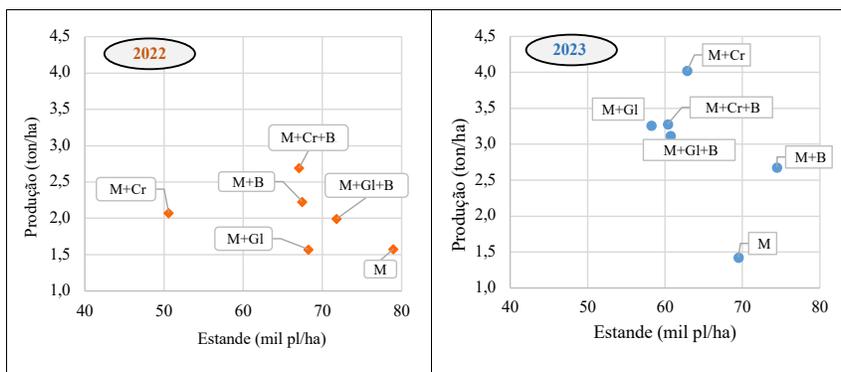


Figura 4. Produção média (t/ha) e estande médio (mil plantas por hectare) para lavouras de milho plantadas em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de glicírdia (M+Gl), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+Gl+B), nas safras 2021/2022 (2022) e 2022/2023 (2023). Sete Lagoas, MG.

As leguminosas gliricídia e cratília são ricas em nutrientes, principalmente N (Matrangolo et al., 2016). Dessa forma, já era esperado que aumentasse a produção em comparação com o monocultivo. Notou-se em campo a degradação mais rápida da fitomassa de gliricídia depositada no solo (Figura 5). Cobo et al. (2002), estudando adubos verdes em agroecossistemas, encontraram baixa taxa de decomposição e baixa taxa de liberação de N em folhas de cratília, comparando-a com outras leguminosas perenes. A menor relação carbono/nitrogênio (C/N) da gliricídia em comparação com a cratília possibilitou a degradação e a liberação mais rápida dos nutrientes da gliricídia, entretanto, isso não se refletiu em aumento da produção em comparação ao milho que recebeu a fitomassa de cratília. Para Aita et al. (2014), a rápida liberação de maior quantidade de nitrogênio na fase inicial de culturas anuais, como o milho, pode levar a perdas significativas desse nutriente, necessário aos estádios de desenvolvimento da cultura com maiores demandas. Nesse caso, a oferta prolongada de N durante o ciclo, assim como de outros nutrientes, no sistema com a cratília, pode ter favorecido a produtividade.

Trinsoutrot et al. (2000) mostraram em seu estudo, ao avaliar 47 tipos de resíduos culturais, que, quando o material apresenta a relação C/N inferior a 24, é capaz de elevar os teores de nitrogênio no solo. A relação C/N da cratília é maior quando comparada com a gliricídia, o que contribui para ampliação da liberação de N ao longo do crescimento do milho. Em gliricídia, essa liberação ocorre em um menor período de tempo, assim como a oferta de N ao milho. Cobo et al. (2002) mostraram a relação C/N de 13,5 em seu estudo de decomposição e mineralização da leguminosa *C. argentea*. A relação C/N das folhas de gliricídia é 11.



Figura 5. Condição da cobertura do solo no dia 16 de fevereiro de 2022 (a poda anterior ocorreu em 21/12/21). Pode ser observada a maior permanência da fitomassa de cratília (A), em comparação com a área onde foi depositada a gliricídia (B).

Com relação à avaliação fitossociológica da comunidade de plantas espontâneas, foram identificadas, na área de estudo, 23 espécies, pertencentes a 11 famílias botânicas (Tabela 5). As famílias mais representativas em termos de número de espécies foi Poaceae, com cinco espécies, seguida por Asteraceae e Amaranthaceae, ambas com quatro espécies.

Tabela 5: Espécies de plantas espontâneas identificadas (nome vulgar) na cultura do milho nas áreas experimentais, durante a safra 2022/2023.

N	Espécie	Família	N	Espécie	Família
1	Apaga-fogo	Amaranthaceae	13	Quebra-pedra	Euphorbiaceae
2	Caruru-branco	Amaranthaceae	14	Cordão-de-frade	Lamiaceae
3	Caruru-gigante	Amaranthaceae	15	Guanxuma	Malvaceae
4	Caruru-roxo	Amaranthaceae	16	Capim-amargoso	Poaceae
5	Botão-de-ouro	Asteraceae	17	Capim-colchão	Poaceae
6	Losna	Asteraceae	18	Capim-guiné	Poaceae
7	Picão-preto	Asteraceae	19	Capim-marmelada	Poaceae
8	Serralha	Asteraceae	20	Capim-pé-de-galinha	Poaceae
9	Nabiça	Brassicaceae	21	Beldroega	Portulacaceae
10	Nabo-forrageiro	Brassicaceae	22	Poaia	Rubiaceae
11	Trapoeiraba	Commelinacea	23	Erva-moura	Solanaceae
12	Leiteiro	Euphorbiaceae			

Dentre as espécies, o picão-preto e a poaia estiveram presentes em todos os tratamentos na primeira avaliação, e o picão-preto e a losna, na segunda avaliação (Figuras 6 e 7). O número de espécies encontradas na primeira avaliação foi maior (23) do que aquele presente na segunda análise (17). Antes do primeiro controle de invasoras, os tratamentos com maior número de espécies foram os com o milho solteiro: M e M+B. Já na segunda avaliação, vinte dias após o controle das invasoras no milho solteiro, os tratamentos com maior número de espécies invasoras foram dos milhos entre aleias de gliricídia: M+GI e M+GI+B (Figuras 6 e 7).

Em ambas as coletas, o tratamento do milho cultivado sobre palhada de cratília apresentou o menor número de espécies de plantas espontâneas. Essa observação mostra que a palhada de cratília tem algum efeito supressor, provavelmente mecânico, sobre o estabelecimento das plantas espontâneas, em comparação aos demais tratamentos. Diversos estudos também apontam a palhada de leguminosas com efeito supressor no estabelecimento de plantas espontâneas (Queiroz et al., 2008; Bento et al., 2020). Pires et

al. (2001) estudaram o efeito da *Leucena leucocephala* sobre as plantas espontâneas *Desmodium purpureum* (desmódio), *Bidens pilosa* (picão-preto) e *Amaranthus hybridus* (caruru) e inferiram que o alelopático mimosina está associado ao efeito inibidor da germinação e do crescimento das espécies mencionadas.

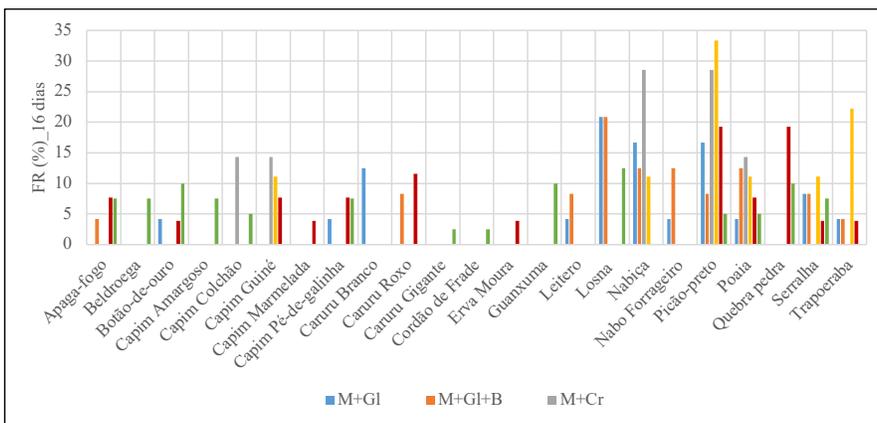


Figura 6. Frequência relativa (FR) das espécies de plantas espontâneas na área de plantio de milho aos 16 dias após o plantio. Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de glicíndia (M+GI), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+GI+B). Safra 2022/2023. Sete Lagoas, MG.

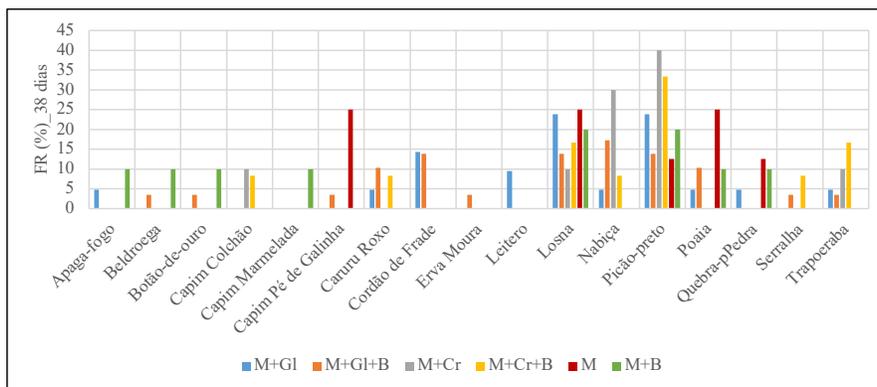


Figura 7. Frequência relativa (FR) das espécies de plantas espontâneas na área de plantio de milho aos 38 dias após o plantio. Milho em monocultura (M), entre renques de cratília (M+Cr), e entre renques de glicíndia (M+GI), sem e com tratamento das sementes com BiomaPhos (M+B; M+Cr+B; M+GI+B). Safra 2022/2023. Sete Lagoas, MG.

Também foi maior a quantidade de plantas espontâneas coletadas nos tratamentos com o milho solteiro (Tabela 6). Isso indica que a ausência de cobertura no solo favoreceu o crescimento e o desenvolvimento dessas plantas, com maior acesso à radiação solar. Nos tratamentos de milho entre renques de cratília, onde o solo estava coberto com a palhada, foram observadas as menores quantidades de massa seca das plantas espontâneas. Essa redução da biomassa torna ainda mais perceptível o efeito supressor da palhada da cratília sobre as plantas espontâneas.

Na segunda coleta de plantas invasoras, observa-se uma redução significativa da quantidade delas no sistema de milho solteiro, resultado observado em função da primeira capina realizada anteriormente à coleta. Nos sistemas com palhada sob o solo, não é possível a realização da capina, motivo pelo qual a quantidade de invasoras aumenta entre as coletas. Entretanto, a palhada de cratília permanece com efeito bem superior ao da gliricídia em reduzir a infestação de invasoras. A massa de cratília reduziu em torno de 80%, e a massa de gliricídia reduziu cerca de 20%, da quantidade de plantas invasoras, comparadas com o milho em monocultura (M+B). Redução do número de indivíduos e desenvolvimento das plantas daninhas também foram encontrados por Macêdo (2015), em estudos com combinações de leguminosas arbustivas.

Tabela 6. 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)_16 dias	30,4	5,4	3,4	1,2	28,5	243
MS (g)_38 dias	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).

Na Tabela 7 e no Anexo A, são apresentados os resultados econômicos/financeiros dos diferentes cultivos de milho com adubação verde e sem adubação verde, com uso de BiomaPhos ou sem uso desse inoculante, para se analisar a viabilidade econômica do cultivo orgânico com essas tecnologias embutidas na prática usada para a produção de milho.

O primeiro ponto que se destaca é a elevação do custo quando se usa a adubação verde como forma de fornecer nutrientes para as plantas. O custo de poda, a distribuição e a trituração dos ramos das duas leguminosas representaram cerca de 30% do custo total do cultivo de milho orgânico, o que representou um acréscimo de cerca de R\$ 1.300,00 em média no custo de produção. Portanto, o uso de mão de obra é o fator que mais pesa para essa elevação.

O segundo ponto a ser considerado nos custos está associado ao uso do BiomaPhos. Observa-se que a participação do BiomaPhos nos custos totais é de aproximadamente 5,5% nos plantios com adubação verde e de 7% no plantio sem essa adubação, sendo proporcionalmente menores se comparados ao custo da adubação verde. Mas há efeitos diferentes em termos de resultado econômico para o cultivo com e sem esse inoculante. No caso dos plantios com uso das leguminosas como adubo verde, as quantidades de milho colhidas por hectare foram maiores quando não se usou o bioinsumo. No caso dos plantios sem adubação verde, o uso de BiomaPhos resultou em maior produção de milho por hectare. Como esse é o resultado de uma observação para cada tipo de parcela, em apenas um ano de plantio, não se pode inferir nenhum resultado conclusivo. Os dados de custos podem ser consultados no Anexo A.

Na Tabela 7, onde são informados resultados operacionais, receitas e custos para produção de milho orgânico com adubação verde, observa-se que as menores produtividades foram alcançadas nos cultivos sem a adubação verde, sendo que nelas a produtividade com BiomaPhos foi a maior. No caso do uso da adubação verde, o plantio com uso de cratília e sem uso do bioinsumo apresentou maior produtividade, inclusive sendo a maior produção de todas as parcelas analisadas.

Considerou-se o preço padrão para todos os cultivos com um ágio de 30% sobre o preço de mercado para a saca de 50 kg de milho, em Sete Lagoas, MG, em julho de 2023. Observa-se que os lucros foram positivos para os cultivos de milho com uso de adubo verde sem BiomaPhos (M+Cr) e no plantio sem adubação verde com uso de BiomaPhos (M+B). Com esse preço, esses plantios tiveram taxa de retorno acima de 1, significando que para cada real aplicado haveria um retorno de R\$ 1,04 para M+B e de R\$ 1,13 para M+Cr. O

plantio com uso de adubação verde com gliricídia e sem uso de BiomaPhos (M+GI) também se aproximou de um resultado positivo.

O ponto de equilíbrio sobre o custo total indica que haveria a necessidade de se produzir aproximadamente cerca de 3.500 kg/ha para produção de milho com adubo verde sem BiomaPhos (M+Cr e M+GI), se os custos fossem completamente cobertos pela venda da produção, considerando o preço utilizado nesta avaliação. No caso do não uso de adubação verde, esse ponto de equilíbrio indica a necessidade de se produzir aproximadamente 2.500 kg/ha em média para cobrir todos os custos de produção.

As informações que são apresentadas nessa avaliação são experimentais e específicas para o plantio que foi realizado, mas alguns indicativos podem ser considerados como balizadores de futuras observações. O uso da mão de obra para o manejo da adubação verde permanece sendo um desafio para a produção orgânica. O desenvolvimento de técnicas mecanizadas mais eficientes nesse manejo será o balizador para o sucesso dessa prática nos sistemas de produção agroecológica. Observa-se que o uso de inoculante está bem estabelecido para a produção de milho, por meio dos resultados de pesquisas já publicados e por seu amplo uso na produção de milho no País. O produto foi destaque na produtividade quase duas vezes maior quando se compara as duas áreas, com e sem BiomaPhos, do plantio sem adubação verde. Porém essa relação precisa ser trabalhada para cultivos que usam adubação orgânica de qualquer forma. Nas parcelas analisadas, o uso de BiomaPhos mostrou-se pouco efetivo quando se usa adubação verde. Portanto, novos estudos são necessários para melhorar o produto dos cultivos com o uso desses inoculantes. A pesquisa vai responder a essa dúvida e qual a melhor forma de se aplicar os inoculantes nesse tipo de cultivo.

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.

	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	3.236,00	3.476,00
Custo variável (R\$)	4.224,00	4.416,00	4.224,00	4.416,00	3.236,00	3.476,00
Lucro bruto (R\$)	-130,27	-501,68	830,73	-292,84	-1.684,04	131,10
Lucro líquido (R\$)	-387,82	-759,22	573,18	-550,38	-1.684,04	131,10
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	1,20	0,93	0,52	1,04
Taxa de retorno s/ custo total	0,91	0,84	1,13	0,88	0,52	1,04

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).

Conclusões

Os arranjos produtivos de cultivo de milho em aleias com as leguminosas cratília e gliricídia se mostraram eficiente em aumentar a produtividade de grãos, fornecer nutrientes ao sistema e reduzir a incidência de plantas invasoras, quando comparados com arranjos de milho cultivado em monocultura.

Quando cultivado em monocultura, o uso de BiomaPhos promoveu ganhos em produtividade de milho de mais de 40%. Entretanto, a recomendação de inoculantes de sementes promotores de crescimento não está bem estabelecida quando se utiliza adubação verde, sem a presença de outra fonte de nutriente.

A palhada de cratília foi mais efetiva em reduzir a incidência de plantas invasoras (80%) do que a massa de gliricídia (20%), quando comparadas com a incidência das invasoras do milho em monocultura.

O custo de produção é maior quando se usam as leguminosas, em função da atividade da poda e distribuição das folhas no campo, indicando que haveria espaço para desenvolvimento de técnicas mecanizadas para maior eficiência no manejo. Por outro lado, maior lucro foi obtido no arranjo produtivo de milho entre renques de cratília.

Agradecimentos

Ao projeto “Sistema de Produção de Milho Orgânico na região Central de Minas Gerais”, da Embrapa, que 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

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; CERETTA, C. A. Decomposição e liberação de nutrientes em dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 225-254.

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>.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; CARVALHO FILHO, O. M. **Cultivo de alamedas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) em solos dos tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 36).

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, p. 1-6, 2020. Edição dos Anais do 9º Congresso Brasileiro de Agroecologia.

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>.

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.

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.

GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. da S.; LEAL, M. A. de A.; ABOUD, A. C. de S.; ALMEIDA, D. L. de; DE POLI, H.; NEVES, M. C. P.; RIBEIRO, R. de L. D. R. Adubação verde no cultivo de hortaliças. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, p. 241-267.

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematoides. 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**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 441-479.

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>.

MACÊDO, 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.

MARTINS, J. C. R.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS A. F. S.; NAGAI, M. A. Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 581-587, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000600002>.

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.

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.; GONÇALVES, V. A. D.; GOMES, S. X.; SILVA, I. H. da; 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.). **Ensaio nas ciências agrárias e ambientais**. Ponta Grossa: Atena, 2019. v. 5, cap. 22, p. 200-213.

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.

PIRES, N. de M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; FARIA, T. C. L. de. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100011>.

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>.

QUEIROZ, L. R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, M. F. de; ALVARENGA, R. C.; MATRANGOLO, W. J. R.; MARRIEL, I. E. Supressão de plantas espontâneas por leguminosas anuais na cultura do milho verde, em sistema orgânico de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 3.; WORKSHOP SOBRE MANEJO E ETIOLOGIA DA MANCHA BRANCA DO MILHO, 2008, Londrina.

Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras. [Londrina]: IAPAR; [Sete Lagoas]: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM

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.

VASCONCELOS, M. C. C. A.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Cultivo em aleias: uma alternativa para pequenos agricultores. **ACSA-Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 3, p. 18-21, 2012.

Anexo A

Custos

Custo de produção de 1 ha de milho adubado com cratília e glicirídia sem Bio-maPhos (R\$/ha)

Custo de produção de 1 ha de milho adubado com cratília e glicirídia sem Bio-maPhos (R\$/ha)												
Especificação	Unidade	Quantidade	Custo variável			Custo fixo		Custo total				
			Unit.	Total	(%)	Total	(%)	Valor	(%)			
1. INSUMOS								0	257,55	100	257,55	5,75
1.1 Cratília/glicirídia								0	257,55	100	257,55	5,75
Cratília (plantio e manutenção)								0	257,55	100	257,55	5,75
1.2 Preparo do solo, plantio e manutenção				660,00	15,63		0	0	660,00		660,00	14,73
Bio-maPhos para inoculação	L		1.000,00	0,00	0				0,00		0,00	0
Semente: milho Caimbé	kg	22	30	660,00	15,63				660,00		660,00	14,73
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES				3.564,00	84,38		0	0	3.564,00		3.564,00	79,53
2.1. Recup. e conserv. do solo				1.680,00	39,77		0	0	1.680,00		1.680,00	37,49
Coleta de solo	dH	1	80	80,00	1,89				80,00		80,00	1,79
1ª poda das leguminosas (poda drástica)	dH	10	80	800,00	18,94				800,00		800,00	17,85
Capina	dH	10	80	800,00	18,94				800,00		800,00	17,85
2.2. Preparo do solo e plantio				384,00	9,09		0	0	384,00		384,00	8,57
Coleta de solo	dH	0,7	80	56,00	1,33				56,00		56,00	1,25
Plantio	hT	2,4	120	288,00	6,82				288,00		288,00	6,43
Plantio	dH	0,5	80	40,00	0,95				40,00		40,00	0,89
2.3. Tratos culturais				900,00	21,31		0	0	900,00		900,00	20,08
Inoculação (mão de obra Bio-maPhos)	dH		80	0,00	0				0,00		0,00	0
2ª poda das leguminosas	dH	6,25	80	500,00	11,84				500,00		500,00	11,16
Cultivador	hT		120	0,00	0				0,00		0,00	0
Limpeza manual	dH	5	80	400,00	9,47				400,00		400,00	8,93
2.4 Colheita				600,00	14,2		0	0	600,00		600,00	13,39
Colheita manual	dH	6	80	480,00	11,36				480,00		480,00	10,71
Transporte interno	hT	1	120	120,00	2,84				120,00		120,00	2,68
TOTAL				4.224,00	100		257,55	100	4.481,55		4.481,55	100

dH= dia-homem; hT=hora-trator; L=litro.

Custo de produção de 1 ha de milho adubado com cratília e glicirídia com BiomaPhos (R\$/ha)

Custo de produção de 1 ha de milho adubado com cratília e glicirídia com BiomaPhos (R\$/ha)										
Especificação	Unidade	Quantidade	Custo variável			Custo fixo		Custo total		
			Unit.	Total	(%)	Total	(%)	Valor	(%)	
1. INSUMOS						0	257,55	100	257,55	5,51
1.1 Cratília/glicirídia						0	257,55	100	257,55	5,51
Cratília (plântio e manutenção)						0	257,55	100	257,55	5,51
1.2 Preparo do solo, plântio e manutenção				860,00	19,47	0	0	860,00	18,40	
BiomaPhos para inoculação	L	0,2	1.000,00	200,00	4,53			200,00	4,28	
Semente: milho Cairimbé	kg	22	30	660,00	14,95			660,00	14,12	
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES				3.556,00	80,53	0	0	3.556,00	76,09	
2.1. Recup. e conserv. do solo				1.680,00	38,04	0	0	1.680,00	35,95	
Coleta de solo	dH	1	80	80,00	1,81			80,00	1,71	
1ª poda das leguminosas (poda drástica)	dH	10	80	800,00	18,12			800,00	17,12	
Capina	dH	10	80	800,00	18,12			800,00	17,12	
2.2. Preparo do solo e plântio				336,00	7,61	0	0	336,00	7,19	
Coleta de solo	dH	0,7	80	56,00	1,27			56,00	1,20	
Plântio	hT	2	120	240,00	5,43			240,00	5,14	
Plântio	dH	0,5	80	40,00	0,91			40,00	0,86	
2.3. Tratos culturais				940,00	21,29	0	0	940,00	20,11	
Inoculação (mão de obra BiomaPhos)	dH	0,5	80	40,00	0,91			40,00	0,86	
2ª poda das leguminosas	dH	6,25	80	500,00	11,32			500,00	10,70	
Cultivador	hT		120	0,00	0,00			0,00	0,00	
Limpeza manual	dH	5	80	400,00	9,06			400,00	8,56	
2.4 Colheita				600,00	13,59	0	0	600,00	12,84	
Colheita manual	dH	6	80	480,00	10,87			480,00	10,27	
Transporte interno	hT	1	120	120,00	2,72			120,00	2,57	
TOTAL				4.416,00	100	257,55	100	4.673,55	100	

dH= dia-homem; hT=hora-trator; L=Litro.

Custo de produção de 1 ha de milho com BiomaPhos (R\$/ha)

Custo de produção de 1 ha de milho com BiomaPhos (R\$/ha)									
Especificação	Unidade	Quantidade	Custo variável			Custo total			
			Unit.	Total	(%)	Valor	(%)		
1. INSUMOS						0,00	0,00	0,00	
1.1. Cratília/glicírdia						0,00	0,00	0,00	
Cratília (plantio e manutenção)						0,00	0,00	0,00	
1.2. Preparo do solo, plantio e manutenção						860,00	24,74	860,00	24,74
BiomaPhos para inoculação	L	0,2	1.000	200,00	5,75	200,00	5,75		
Semente: milho Caimbé	kg	22	30	660,00	18,99	660,00	18,99		
2.SERVIÇOS/OPERAÇÕES						2.616,00	75,26	2.616,00	75,26
2.1. Recup. e conserv. do solo						880,00	25,32	880,00	25,32
Coleta de solo	dH	1	80	80,00	2,30	80,00	2,30		
1ª poda das leguminosas (poda drástica)	dH	-	80	0,00	0,00	0,00	0,00		
2ª poda das leguminosas	dH	-	80	0,00	0,00	0,00	0,00		
Capina	dH	10	80	800,00	23,01	800,00	23,01		
2.2. Preparo do solo e plantio						336,00	9,67	336,00	9,67
Coleta de solo	dH	0,7	80	56,00	1,61	56,00	1,61		
Plantio	hT	2	120	240,00	6,90	240,00	6,90		
Plantio	dH	0,5	80	40,00	1,15	40,00	1,15		
2.3. Tratos culturais						800,00	23,01	800,00	23,01
Inoculação (mão de obra BiomaPhos)	dH	0,5	80	40,00	1,15	40,00	1,15		
3ª poda das leguminosas	dH		80	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cultivador	hT	3	120	360,00	10,36	360,00	10,36		
Limpeza manual	dH	5	80	400,00	11,51	400,00	11,51		
2.4 Colheita						600,00	17,26	600,00	17,26
Colheita manual	dH	6	80	480,00	13,81	480,00	13,81		
Transporte interno	hT	1	120	120,00	3,45	120,00	3,45		
TOTAL						3.476,00	100	3.476,00	100

dH= dia-homem; hT=hora-trator; L=Litro.

Custo de produção de 1 ha de milho sem BiomaPhos (R\$/ha)

Custo de produção de 1 ha de milho sem BiomaPhos (R\$/ha)							
Especificação	Unidade	Quantidade	Custo variável			Custo total	
			Unit.	Total	(%)	Valor	(%)
1. INSUMOS						0,00	0,00
1.1 Cratília/glicíndia						0,00	0,00
Cratília (Plantio e manutenção)						0,00	0,00
1.2 Preparo do solo, plantio e manutenção				660,00	20,40	660,00	20,40
BiomaPhos para inoculação	L	-	1.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Semente: milho Caimbé	kg	22	30	660,00	20,40	660,00	20,40
2. SERVIÇOS/OPERAÇÕES				2.576,00	79,60	2.576,00	79,60
2.1. Recup. e conserv.do solo				880,00	27,19	880,00	27,19
Coleta de solo	dH	1	80	80,00	2,47	80,00	2,47
1ª poda das leguminosas (poda drástica)	dH		80	0,00	0,00	0,00	0,00
2ª poda das leguminosas	dH		80	0,00	0,00	0,00	0,00
Capina	dH	10	80	800,00	24,72	800,00	24,72
2.2. Preparo do solo e plantio				336,00	10,38	336,00	10,38
Coleta de solo	dH	0,7	80	56,00	1,73	56,00	1,73
Plantio	hT	2	120	240,00	7,42	240,00	7,42
Plantio	dH	0,5	80	40,00	1,24	40,00	1,24
2.3. Tratos culturais				760,00	23,49	760,00	23,49
Inoculação (mão de obra BiomaPhos)	dH		80	0,00	0,00	0,00	0,00
3ª poda das leguminosas	dH		80	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivador	hT	3	120	360,00	11,12	360,00	11,12
Limpeza manual	dH	5	80	400,00	12,36	400,00	12,36
2.4 Colheita				600,00	18,54	600,00	18,54
Colheita manual	dH	6	80	480,00	14,83	480,00	14,83
Transporte interno	hT	1	120	120,00	3,71	120,00	3,71
TOTAL				3.236,00	100	3.236,00	100

dH= dia-homem; hT=hora-trator; L=Litro.

Preço

Preço de milho em 18/7/2023		
* Ágio: 30%		
R\$/50 kg milho 29/7/2022	R\$ 58,00	R\$ 75,40
R\$/kg milho 29/7/2023	R\$ 0,97	R\$ 1,26

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

Embrapa

Milho e Sorgo

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 018364