

Glicírdia substitui esterco ovino e torta de mamona no aporte de N em pomar cítrico orgânico



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
183**

**Gliricídia substitui esterco ovino e
torta de mamona no aporte de N
em pomar cítrico orgânico**

*Joézio Luiz dos Anjos
Lafayette Franco Sobral
Luciana Marques de Carvalho
Hélio Wilson Lemos de Carvalho*

**Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2023**

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Gov. Paulo Barreto de Menezes, nº 3250
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Viviane Talamini

Secretária-Executiva
Ana da Silva Lédo

Membros

Aldomário Santo Negrisoli Júnior, Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Angela Puchnick Legat, Elio Cesar Guzzo, Fabio Enrique Torresan, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Emiliano Fernandes Nassau Costa, Renata da Silva Lopes de Santana

Supervisão editorial e editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Luciana Marques de Carvalho

1ª edição
Publicação digital - PDF (2023)

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 Tabuleiros Costeiros

Gliricídia substitui esterco ovino e torta de mamona no aporte de N em pomar cítrico orgânico
/ Joézio Luiz dos Anjos ... [et al.]. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2023.

19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN
1678-1961; 183).

ODS 2 : Fome Zero e Agricultura Sustentável.

1. Citricultura. 2. Gliricídia. 3. Forrageira. 4. Adubação orgânica. I. Anjos, Joézio
Luiz dos. II. Sobral, Lafayette Franco. III. Carvalho, Luciana Marques de. IV.
Carvalho, Hélio Wilson Lemos de. VII. Série.

CDD 634.97

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Introdução.....	6
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	17
Agradecimentos.....	17
Referências	18

Gliricídia substitui esterco ovino e torta de mamona no aporte de N em pomar cítrico orgânico

Joézio Luiz dos Anjos¹

Lafayette Franco Sobral²

Luciana Marques de Carvalho³

Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁴

Resumo – Os solos dos Tabuleiros Costeiros são de baixa fertilidade natural e adubos orgânicos podem melhorá-los, não somente pelo aporte de nutrientes, como também pelo aumento da capacidade de troca catiônica. O objetivo deste trabalho foi comparar a gliricídia a fertilizantes orgânicos, quanto ao aporte de nutrientes para a laranjeira e melhoria da qualidade do solo. O experimento foi conduzido em pomar de laranjeira ‘Pera’ sobre limoeiro ‘Cravo’, no município de Rio Real, Bahia. O desenho experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos: testemunha (sem adição de N, mas com adição de P e K), esterco ovino, esterco ovino mais biofertilizante foliar, torta de mamona e gliricídia implantada nas entrelinhas do pomar, a qual foi podada e as partes tenras aplicadas na projeção da copa da laranjeira. No solo, a gliricídia aumentou os teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio, potássio, saturação por bases e a capacidade de troca catiônica. Na folha da laranjeira, os teores de N no tratamento gliricídia foram maiores do que a testemunha e estatisticamente iguais aos demais tratamentos. Conclui-se que a gliricídia pode substituir fontes orgânicas como esterco de ovinos e torta de mamona.

Termos para indexação: *Citrus sinensis*, *Gliricidia sepium*, adubação verde, produção orgânica.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

² Engenheiro-agrônomo, PhD. em Ciência do solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

³ Bióloga, doutora em Fitotecnia (Produção Vegetal), pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

⁴ Engenheiro-agrônomo, mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Gliricidia as an alternative to traditional nitrogen sources in a family organic citrus orchard

Abstract – Coastal Tablelands soils are of low natural fertility and organic fertilizers can improve them, not only by the addition of nutrients but also, by improving their soil quality. The objective of this work was to compare gliricidia to organic fertilizers related to nutrient addition and improvement on soil quality. An experiment was set up in a 'Pera' orange tree orchard, grafted on 'Rangpur'lime, in the Rio Real County, state of Bahia, in a randomized blocks design with four replications and five treatments. A test plot without N addition but receiving P and K, sheep manure, sheep manure plus leaf applied bio fertilizer, castor bean cake and gliricidiaplanted in the orange orchard rows, which were trimmed and the low diameter branches applied under the orange tree canopy. In the soil the gliricidia increased organic matter, calcium, magnesium, potassium, base saturation and cation exchange capacity. Orange tree leaf nitrogen content was significantly increased by the gliricidia over the test plot and statistically equal to the others organic fertilizers. In conclusion, gliricidia can replace organic fertilizers, such sheep manure, sheep manure plus leaf applied bio fertilizer and castor beans cake.

Index terms: *Citrus sinensis*, *Gliricidia sepium*, green manure, organic production.

Introdução

O principal polo produtor de laranjas do Nordeste está situado na área de abrangência dos Tabuleiros Costeiros e é constituído principalmente por pequenos produtores (1 a 10 ha). A baixa fertilidade dos solos, a presença dos solos coesos e a distribuição irregular de chuvas (70 a 80% concentrada entre abril e setembro) são as maiores limitações à produção citrícola dos pomares, nesse eco ambiente. Na área do polo citrícola que compreende o litoral Norte da Bahia, a produção orgânica ainda é incipiente. Entretanto, a presença da Cooperativa de Pequenos Citricultores do Litoral Norte da Bahia (COOPEALNOR), que exporta suco orgânico de laranja com certificação pelo IBD, tem contribuído para o aumento de produtores orgânicos visando atender a demanda dos importadores. Publicação do SEBRAE (2022) destaca o crescimento promissor de áreas com fruticultura orgânica e sobre a oportunidade para pequenos produtores rurais. A área ocupada com a produção orgânica de citros no mundo está em torno de 115.000 ha e o Brasil, em 2017, tinha 356 ha (Willer et al., 2023). A produtividade média dos pomares orgânicos é baixa, entre 8 t ha⁻¹ e 15 t ha⁻¹ e um dos fatores limitantes são as deficiências nutricionais, principalmente aquela relacionada ao nitrogênio. A baixa utilização de fertilizantes orgânicos, como esterco e tortas, deve-se tanto ao seu elevado custo quanto à baixa disponibilidade, considerando o uso de herbicida na maioria das fazendas de bovinos e ovinos, o que inviabiliza seu uso na agricultura orgânica. Em alternativa a eles, a leguminosa arbórea gliricídia (*Gliricidia sepium*) tem grande potencial como fornecedora de nitrogênio (N) para pomares de laranjeira, de acordo com resultado de pesquisa, conduzida durante cinco anos em pomar do polo citrícola dos Tabuleiros Costeiros (Barreto et al., 2017). Resultados de pesquisa publicados por Paulino et al. (2011) concluíram sobre o bom desempenho da gliricídia em pomares orgânicos com mangueira e gravioleira. Alamu et al. (2023) ressaltaram o potencial da biomassa de gliricídia para o aumento da produção vegetal e da sustentabilidade de agroecossistemas tropicais, por meio da fixação de N, amenização da luz solar e produção de 'mulch' por meio da biomassa. O uso de leguminosas consorciadas com citros para o aporte de N fixado biologicamente incentiva menor uso do fertilizante nitrogenado industrial e está de acordo com o ODS 2 - melhoria da segurança alimentar, aumento na renda e promoção de sustentabilidade na agricultura.

A glicírdia pertence à família Fabaceae (leguminosa), sendo caracterizada como uma planta perene, com rápido crescimento, alta capacidade de regeneração, resistência à seca e facilidade em propagar-se sexuada (por semente) e assexuadamente (por estacas). Suas raízes associam-se a bactérias do gênero *Rhizobium*, com as quais entram em simbiose, originando um grande número de nódulos, responsáveis pela fixação de N (Franco, 1988). A biomassa dessa planta, obtida por meio de 3-4 podas/ano, decompõe-se rapidamente no solo, devido a baixa relação C/N, disponibilizando assim mais N do que o esterco bovino (Primo et al., 2018). Barreto et al. (2017), em um argissolo dos Tabuleiros Costeiros, concluíram que o aporte de N requerido por laranjeiras pode ser obtido a partir de sucessivos cortes na parte aérea da glicírdia, cultivada em entrelinhas alternadas do pomar depositada na projeção da copa da laranjeira. Esta prática mostrou-se capaz de fornecer um terço da dose de N requerida por laranjeiras com 20 meses de idade e a totalidade recomendada para plantas com 45 meses, de acordo com recomendações de Sobral et al. (2007), além de contribuir para a melhoria das características químicas, físicas e microbiológicas do solo. Com base nos resultados, Barreto et al. (2017) propuseram a proporção de cinco plantas de glicírdia para cada laranjeira, cultivadas nas entrelinhas do pomar, como fonte de adubação verde permanente para suprir a demanda de N das laranjeiras. O objetivo deste trabalho foi determinar o aporte de nitrogênio à laranjeira 'Pera' proporcionado pela glicírdia, comparado a fontes orgânicas tradicionais, como o esterco de ovinos e a torta de mamona.

Material e Métodos

O experimento foi estabelecido em abril de 2021, em pomar adulto (oito anos) de laranjeiras 'Pera' (*Citrus sinensis*) enxertadas no limoeiro 'Cravo', situado no município de Rio Real, no litoral norte da Bahia. O pomar foi conduzido em cultivo orgânico, não irrigado e com espaçamento de 6 m x 4 m. Amostras de solo foram coletadas na profundidade 0-20 cm antes da instalação do experimento e os resultados foram mostrados na Tabela 1. Os métodos utilizados foram aqueles adotados na rede de laboratórios de análise de solo para fins de recomendação de fertilizantes da Embrapa, os quais foram compilados por Silva (2009).

Tabela 1. Análise das características químicas do solo em amostras coletadas antes da implantação do experimento, por bloco e na projeção da copa das laranjeiras, 2021.

Bloco	MO	pH em	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	SB	CTC	V	
	g kg ⁻¹	H ₂ O	mg.dm ⁻³	----- mmol _c .dm ⁻³ -----								
I	3,77	4,96	41,75	10,44	5,49	27,37	1,46	1,84	17,77	45,14	39,37	
II	6,47	4,97	54,27	14,2	6,48	32,81	1,36	1,82	22,50	55,31	40,68	
III	7,74	4,97	59,41	15,81	6,36	36,49	1,36	1,50	23,67	60,16	39,34	
IV	7,73	5,18	45,79	16,22	6,8	27,37	0,97	1,41	24,43	51,80	47,17	
Média	6,43	5,02	50,31	14,17	6,28	31,01	1,29	1,64	22,09	53,10	41,64	

Legenda: MO - matéria orgânica; pH em água 1:2,5; SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca de catiônica; V - saturação por bases.

No pomar, estabelecido pelo proprietário, todas as laranjeiras foram plantadas no modo tradicionalmente feito pelos agricultores familiares da região, ou seja, a partir da semeadura no solo do porta-enxerto 'Cravo' e posterior enxertia da variedade copa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 1 - 'testemunha', sem adubação nitrogenada; 2 - biomassa de gliricídia cultivada em entrelinhas alternadas do pomar; 3 - esterco de ovino; 4 - esterco de ovino no solo + biofertilizante via foliar, produzido na propriedade; 5 - torta de mamona. Os fertilizantes orgânicos foram analisados e os teores de nutrientes são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Teores médios de macro e micronutrientes dos fertilizantes orgânicos utilizados, torta de mamona, esterco ovino e biofertilizante, e na biomassa da gliricídia aplicada. Rio Real, BA, 2021.

Fontes	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g.kg ⁻¹ -----						-----mg.kg ⁻¹ -----				
Gliricídia	31,14	1,42	16,23	12,85	4,83	1,96	92,05	7,58	74,47	14,88	20,26
Esterco de ovino	16,35	3,84	17,64	19,29	5,32	3,43	58,49	24,75	6243	234,2	126,7
Biofertilizante	0,6	0,04	0,53	0,86	0,25	0,02	-	0,62	8,5	2,36	2,49
Torta de mamona	68,6	10,07	11,14	7,5	5,37	3,85	30,76	34,18	1937	116,9	132,7

As quantidades de macro e micronutrientes, utilizadas e expressas em kg de matéria seca e as respectivas quantidades de N adicionadas nos anos de 2021 e 2022, são mostradas nas Tabelas 3 e 4. Vale salientar que, como as gliricídias foram plantadas em pomar já estabelecido, houve necessidade de aportar às plantas biomassa de gliricídia produzida fora do experimento para atender as doses de N planejadas, com quantidades definidas com base em recomendação de Sobral et al. (2007).

Tabela 3. Quantidade de matéria seca (ms) das fontes de N e solução de biofertilizante aplicados por planta em abril e agosto de 2021, primeiro ano do experimento. Rio Real, BA, 2021.

Ano 2021*	Abril	Junho	Agosto	Teor total de N
	----- kg de ms -----			g
Gliricídia	05	-	6,5	360
Esterco de ovino	14	5,1	2,5	353
Torta de mamona	1,5	2,0	1,7	357
Esterco de ovino Biofertilizante**	14	5,1	2,5	354,8

*Gliricídia - 75% umidade - 31,14 g N.kg⁻¹ ms e + adições; esterco ovino - 8% umidade - 16,35 g de N.kg⁻¹ ms; Torta de mamona - 10% umidade; 68,6 g de N.kg⁻¹ de ms **3 aplicações (jun, set e dez); Solução biofertilizante – foram feitas três aplicações de 2 L de solução contendo 0,3 g de N.L⁻¹ da solução.

Tabela 4. Quantidades de matéria seca (ms) das fontes de N e solução de biofertilizante aplicados em fevereiro, março, junho e novembro do segundo ano do experimento, Rio Real, BA, 2022.

Ano 2022*	Fev	Mar	Mai	Jun	Nov	Teor total de N
	kg de ms	kg de ms	kg de ms	kg de ms		
Gliricídia	2,3	6,5	-	3,1	0,8	396
Esterco de ovino	-	17,6	5,0	-	-	370
Torta de mamona	-	2,0	2,0	1,5	0,4	407
Biofertilizante**	2L solução a 5%/planta/aplicação - traços de N					

*Gliricídia - 72% umidade; 3% N; esterco ovino - 8% umidade; 1,5% N; Torta de mamona - 10,5% umidade; 5,5% N.

**3 aplicações (mar, jul e nov) de 2 L solução a 5%/plantas.

Os valores de matéria seca da biomassa da gliricídia, em fevereiro, junho e novembro, correspondem às podas.

As parcelas foram constituídas de quatro plantas úteis, distribuídas em duas linhas paralelas (duas em cada linha). A gliricídia foi plantada em setembro de 2020, a partir de mudas obtidas de sementes. Nas parcelas, as mudas de gliricídia foram plantadas nas entrelinhas do pomar, em duas fileiras de 8 m, distantes 2,5 m das laranjeiras, espaçadas em 1 m entre si e 0,80 m entre plantas na linha, perfazendo 20 plantas por parcela, ou seja, cinco plantas de gliricídia por uma de laranjeira. Em fevereiro de 2021 a gliricídia foi podada, para uniformização do tamanho e do desenvolvimento. Com base em análise de amostras de solo coletadas nas entrelinhas foi aplicado calcário em 06/10/2022. A quantidade aplicada foi 12 kg a cada 96 m², perfazendo 1250 kg·ha⁻¹. O manejo de poda das gliricídias foi iniciado em 2022. Neste ano, foram efetuados cortes dos dois terços superiores para obtenção de biomassa, a qual foi depositada na projeção da copa das plantas úteis da parcela. Cada planta útil recebeu massa verde de cinco plantas de gliricídia. O terço inferior, mais lenhoso, foi depositado na entrelinha como cobertura de solo, segundo resultados de Barreto et al. (2017). Em cada corte da gliricídia, foi determinada a produção de biomassa úmida e seca. Uma amostra do material foi levada ao laboratório para análise dos teores de N e dos demais nutrientes.

A aplicação de todos os tratamentos foi iniciada em abril de 2021 e foi parcelada coincidindo sempre com a poda da gliricídia. Para fins de equalização dos tratamentos em relação ao N foram consideradas as seguintes doses de N em g planta⁻¹ de acordo com Sobral et al. (2007): 350 g planta⁻¹ em 2021 e 400 g planta⁻¹ em 2022. Com o fim de definir a quantidade de cada uma das fontes necessárias para atender a dose estabelecida, foi determinado, em cada ano, o teor total de N das fontes utilizadas.

No primeiro ano do experimento, 2021, a composição do biofertilizante utilizado foi de 120 L de água, 40 kg de esterco bovino fresco, 1 L de melão, 1 L de leite e 2 kg de bagaço de cana, conforme prática dos agricultores familiares locais. A partir de 2022, em função dos materiais disponíveis, o biofertilizante foi preparado da seguinte maneira: 30 kg de esterco bovino fresco, 2 kg de ácido bórico e 8 kg de gliricídia (ramos finos e folhas) em 100 L de água. A calda, assim obtida, passou por fermentação aeróbica por trinta dias antes da aplicação, quando os teores de macro e micronutrientes foram determinados em laboratório (Tabela 2). Foram aplicados 100 mL da calda

dissolvidos em 2 litros de água na parte aérea (ramos e folhas) de cada planta útil. Foram feitas três aplicações por ano nas laranjeiras.

Para a determinação dos teores de macro e micronutrientes na folha da laranjeira, foram coletadas a terceira e quarta folhas de ramos das laranjeiras, com frutos com aproximadamente quatro centímetros de diâmetro, localizados à altura do peito nos quatro pontos cardeais da planta. As análises foram realizadas de acordo com Silva (2009). Amostras de solo foram coletadas no local de aplicação dos fertilizantes, para determinação do pH em água, carbono orgânico, teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Al³⁺, H+Al. Com base nos resultados foram calculados a soma de bases, a capacidade de troca catiônica e a saturação por bases, de acordo com Silva (2009).

A produção anual foi registrada e a qualidade pós-colheita dos frutos foi avaliada em uma amostra de seis frutos por parcela, nas quais foram mensurados, com paquímetro altura, diâmetro e a espessura da casca. A coloração da casca foi avaliada quantitativamente com auxílio de colorímetro. O peso médio dos frutos e o rendimento de suco foram determinados. A acidez total e o teor de vitamina C foram obtidos por titulação. O teor de sólidos solúveis totais (brix), foi obtido utilizando-se o refratômetro. A relação acidez/sólidos solúveis (ratio) foi calculada. Todas as determinações foram feitas de acordo com os métodos publicados pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Nas laranjeiras, foram avaliados teores de clorofila (clorofilômetro portátil) e de prolina (método espectrométrico), segundo protocolo de Bates et al. (1973), adaptado para a cultura dos citros por Levy (1980).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e testes de média Tukey (P<0,05).

Resultados e Discussão

Verificando-se os resultados da análise de solo, antes da instalação do experimento (Tabela 2), e comparando-se com os obtidos após a implantação do experimento (Tabela 5), observa-se que o teor de matéria orgânica aumentou, em função da aplicação dos fertilizantes orgânicos. Também foi observado aumento do pH e redução do H+Al (Tabela 5), em função da aplicação do calcário e dos fertilizantes orgânicos. Verificou-se uma pequena diminuição do teor de cálcio e um aumento nos teores de magnésio (Mg).

O teor de fósforo (P) aumentou e variou muito, enquanto que os de potássio (K) foram em média menores. A amostragem de solo no local da aplicação dos fertilizantes pode levar a variabilidade, em função da distribuição dos fertilizantes. Os atributos químicos do solo nas parcelas, que receberam fertilizantes orgânicos com esterco de ovinos, destacaram-se significativamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos na maioria das variáveis, e a glicírdia apresentou valores superiores, mas iguais ($P > 0,05$) aqueles da torta de mamona.

Tabela 5. Atributos químicos do solo. Amostra coletada na camada 0-0,10 m, na zona de aplicação dos fertilizantes. Rio Real, BA, 2022.

Tratamento	MO	pH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	K ⁺	Na ⁺	CTC	V
	g.kg ⁻¹	H ₂ O	mg dm ⁻³	mmol _c .dm ⁻³						%
Testemunha	9,4c ¹	5,1b	35,4b	9,8c	8,2c	25,0a	0,8c	0,1b	46,9ba	46,5c
G	14,2b	5,1b	45,9b	13,9b	10,4b	17,9a	1,3b	0,1b	43,4ba	61,7b
O	18,9a	6,0a	312,4a	20,9a	13,1a	10,0b	2,3a	0,3a	53,8a	81,6a
OB	14,7b	6,0a	239,4a	20,3a	13,0a	10,6b	2,1a	0,3a	53,8a	80,3a
M	15,7ba	5,1b	99,6b	11,5cb	9,7b	20,4a	0,7c	0,1b	44,9b	54,6cb
Média	14,6	5,5	146,5	15,3	10,9	18,2	1,45	0,2	48,5	64
CV%	12,2	3	42,3	10,1	5,6	18,9	13,5	26,2	6,9	8,4

Legenda: G - glicírdia; O - esterco de ovinos; OB - O + biofertilizante; M - torta de mamona.

¹Letras minúsculas diferentes na coluna indicam significância estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O teor de matéria orgânica (MO) e a saturação por bases (V%) foram significativamente maiores do que no tratamento testemunha. As parcelas com glicírdia apresentaram a V% na faixa considerada adequada para citros (Quaggio et al., 2010). Em pesquisa sobre a glicírdia, realizada em solos dos Tabuleiros Costeiros, Barreto e Fernandes (2001) concluíram que a incorporação da glicírdia ao solo aumentou o pH e os teores de Ca + Mg, não sendo alterado, porém, a matéria orgânica e a capacidade de troca catiônica. Por sua vez, Alamu et al. (2023) também observaram que galhos e folhas de glicírdia melhoraram indicadores de fertilidade do solo, tais como carbono orgânico, N, fósforo disponível, pH e CTC em diferentes sistemas de agricultura. O esterco de ovino elevou o pH e os teores de P, K, Ca e de Mg em relação à glicírdia. Uma possível razão para este resultado é a maior relação C/N do esterco de ovino (C/N 19) (Figueiredo et al., 2012) em relação a da glicírdia cuja relação C/N é 12,4 (Primo et al., 2018). Uma maior relação C/N aumenta o tempo de decomposição do material no solo. Outra possibilidade

é que o esterco ovino possui uma espécie de membrana que retarda a liberação de nutrientes contidos no mesmo (Primo et al., 2018). O aumento da CTC devido a aplicação do esterco de ovinos deveu-se a maior quantidade aplicada, considerando o seu menor teor de N, em relação a glicirídia e à torta de mamona, lembrando que as fontes foram equalizadas para 400 g de N por planta em 2022. Os teores de cobre (Cu) e manganês (Mn) variaram de 0,3 mg·dm⁻³ a 0,7 mg·dm⁻³ e de 2,0 mg·dm⁻³ a 6,7 mg·dm⁻³ respectivamente. Em todos os tratamentos, exceto o teor de Mn no solo no tratamento com esterco de ovino, os teores de Cu e Mn no solo foram menores que 0,97 mg·dm⁻³ e 4,32 mg·dm⁻³ respectivamente, valores acima dos quais não foi observado aumento de produtividade da laranjeira (Sobral et al., 2019). Os teores de zinco (Zn) variaram de 2,2 mg·dm⁻³ a 6,0 mg·dm⁻³ e são maiores que 2,19 mg·dm⁻³, teor no solo acima do qual também não foi observado aumento de produtividade da laranjeira (Sobral et al., 2019). Observe-se que a variabilidade dos teores de Cu e Zn no solo foi muito alta.

Os teores foliares de macro e micronutrientes nas plantas das laranjeiras são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Teores foliares de macro e micronutrientes da laranjeira 'Pera' sob influência das fontes orgânicas, Rio Real, 2022.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu
Testemunha	22,2b ¹	1,6a	14,5ba	29,3a	4,6a	4,3a	17,6c	10,9b	10,1c
Glicirídia	27,2a	1,7a	18,6a	21,0b	3,3b	3,2ab	32,5a	18,2a	13,2a
Ovino	27,2a	1,8a	16,3ba	27,4ba	4,3ba	3,8ab	18,7bc	12,8b	12,9ba
Ovino + Bio	27,8a	1,8a	18,2a	23,0ba	3,5b	3,8ab	20,8b	12,6b	11,4bac
Mamona	27,2a	1,6a	11,9b	23,3ba	4,4ba	2,2b	11,9d	9,7b	10,9bc
CV%	8,1	12,5	14,9	12,2	11,4	21,9	6,3	12,0	8,95

¹Letras minúsculas diferentes na coluna indicam significância estatística pelo teste de Tukey (P<0,05).

O teor de N nas plantas cítricas no tratamento com glicirídia foi estatisticamente (P>0,05) igual aos dos demais fertilizantes orgânicos e maior (P<0,05) que o do tratamento testemunha. Os teores de N, exceto na testemunha, foram maiores que o valor de referência 27 g·kg⁻¹ (Sobral et al., 2007), demonstrando a condição de igualdade entre as fontes de N, ou seja, o suprimento de N por meio da glicirídia ou esterco de ovinos ou torta de mamona

é possível. Assim, considerando as dificuldades para a compra de esterco e torta de mamona esse resultado favorece ao uso da gliricídia cujo custo de N é menor e a obtenção ocorre dentro da propriedade. Os teores de P foram maiores ou iguais aos valores de referência $1,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de acordo (Sobral et al., 2007). Em todos os tratamentos exceto no tratamento que recebeu a torta de mamona, os teores de K estão na faixa adequada $12 - 17 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Os teores de Ca na folha foram menores que a faixa considerada adequada $30 - 45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. A calagem foi feita em 06/10/2022 logo depois da coleta de amostras das folhas e isto explica os baixos teores de cálcio na folha. Em todos os tratamentos inclusive na testemunha os teores de Mg e S estão na faixa adequada $3-4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $2-4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Todas estas faixas de referência estão de acordo com Sobral et al. (2007). Os teores de Zn e Cu estão acima dos valores de referência de $10,15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ e $4,27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ sugeridos por Sobral et al. (2019), em cujo trabalho as produtividades foram próximas das obtidas neste. No mesmo trabalho, os citados autores concluíram que para as produtividades de citros obtidas, o valor de referência para o Mn na folha foi $14,68 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ superior aos encontrados na folha da laranjeira neste trabalho, exceto para o tratamento gliricídia.

Na Tabela 7, é apresentada a produtividade de frutos resultado da soma de três colheitas: julho de 2022, fevereiro e agosto de 2023. As produtividades foram estatisticamente iguais entre si, entretanto, destaca-se a maior produtividade do tratamento com a gliricídia. A produtividade está acima das obtidas em pomares orgânicos (Carvalho et al., 2022).

Tabela 7. Produtividade de frutos de três colheitas: julho de 2022, fevereiro e agosto de 2023. Rio Real, BA.

Fontes de N	Frutos
	kg ha^{-1}
Testemunha (sem N)	20653a ¹
Gliricídia	27414a
Esterco de ovino	26147a
Esterco de ovino + biofertilizante	25435a
Torta de mamona	25189a
CV%	21,25

¹Letras minúsculas diferentes na coluna indicam significância estatística pelo teste de Tukey (P<0,05).

Dados de pós colheita das características físicas dos frutos como massa de frutos, diâmetro e altura do fruto e espessura da casca, são apresentados na Tabela 8. Não houve efeito significativo dos tratamentos nesses parâmetros.

Tabela 8. Massa, diâmetro e altura do fruto e espessura da casca, em função dos tratamentos. Rio Real, 2023.

Tratamento	Massa	Diâmetro	Altura	Espessura casca
	g	mm	mm	mm
Testemunha (sem N)	178,3a ¹	69,2a	69,7a	2,8a
Gliricídia	164,1a	66,9a	69,6a	3,3a
Esterco de ovino	176,2a	68,9a	70,5a	3,0a
Esterco de ovino+biofertilizante	174,9a	69,0a	69,5a	3,0a
Torta de mamona	170,4a	68,1a	69,2a	3,2a
CV%	11,1	4	3,9	9,1

¹Letras minúsculas diferentes na coluna indicam significância estatística pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os dados de rendimento de suco, acidez, sólidos solúveis totais, ratio e vitamina C, são apresentados na tabela 9. Foram observadas diferenças significativas (P<0,05) somente para o ratio. É provável que o maior ratio encontrado no tratamento testemunha esteja relacionado ao menor teor de N na folha, pois, este nutriente contribui para retardar o amadurecimento. Nos demais tratamentos, maiores teores de N na folha devem ter atrasado a maturação dos frutos.

Tabela 9. Rendimento de suco, acidez, sólidos solúveis totais e ratio e vitamina C em função das fontes de nitrogênio.

Fontes de N	Suco %	SST	Acidez	Ratio	VIT C
Testemunha	65,9a	11,2a	0,7a	16,4a	44,4a
Glicircídia	63,0a	10,3a	0,9a	11,9b	44,6a
Esterco de ovino	65,4a	10,8a	0,8a	13,4b	41,5a
Esterco de ovino+biof.	64,3a	11,1a	0,8a	14,2b	42,2a
Torta de mamona	64,5a	10,9a	0,8a	13,0b	44,6a
CV%	2,14	5,5	11,1	9,2	7,7

¹Letras minúsculas diferentes na coluna indicaram significância estatística pelo teste de Tukey (P<0,05).

Legenda-acidez (g de ácido cítrico/100 mL de suco); Vit.C - mg de ácido ascórbico/100 mL de suco).

Na Tabela 10 são mostrados os dados de teor relativo de clorofila e acúmulo de prolina. Os fertilizantes orgânicos e a glicircídia não interferiram no teor relativo de clorofila e no teor de prolina das folhas.

Tabela 10. Teor relativo de clorofila e acúmulo de prolina em, folhas de laranja 'Pera' sobre limoeiro 'Cravo' em área de sequeiro em Rio Real, BA.

Fontes de N	Clorofila (SPAD)	Prolina ($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)
Sem adição de N	65,325 a ¹	349,87 a
Glicircídia	70,525 a	365,78 a
Esterco de ovino+biofertilizante	70,800 a	382,24 a
Torta de mamona	72,200 a	408,49 a
Esterco de ovino	73,650 a	439,57 a

¹Tukey(P<0,05).

Os fertilizantes orgânicos e a glicircídia não interferiram no teor relativo de clorofila e no teor de prolina das folhas da laranja 'Pera'.

O custo de aplicação das três fontes orgânicas utilizadas na pesquisa é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Custo de fontes orgânicas para suprir 350 g de N em pomar adulto de citros com 416 plantas/ha/ano.

Fonte orgânica	Unidades	Valor	Quantidade	Valor total/ano
		R\$	ha/ano	R\$
Glicírcia	10 H/D poda/ha	80,00 - diária	30 H/D/3 podas	2.400,00
Esterco ovino	Saco de 25 kg	10,00/sc	344 scs	3.440,00
Torta de mamona	Saco de 50 kg	75,00/sc	50 scs	3.750,00

Observa-se na tabela 11 que o custo de aplicação anual de N é menor na glicírcia, indicando que a mesma pode substituir o esterco de ovinos e a torta de mamona como fonte de nitrogênio para pomar adulto de citros.

No ano de 2023, foi observado, em três podas, a produção de 10,18 kg de biomassa seca de cinco plantas de glicírcia para uma de citros, equivalente a 305,47 g de N. Este aporte de N foi superior às 250 g de N obtidas por Barreto, Fernandes e Silva (2017).

Conclusões

A glicírcia pode substituir o esterco de ovinos, associado ou não ao biofertilizante, e a torta de mamona como fonte de nitrogênio, com aporte acima de 250 g de N por planta, em pomares orgânicos familiares de citros, sem redução da qualidade dos frutos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Técnico da Embrapa, Tiago Araújo Muniz, pela condução do experimento em todas as fases, aos dirigentes e técnicos da COOPELNOR, em especial a José Aldo de Souza e Antonio Marcos Brito.

Agradecemos ao proprietário do pomar, Antônio José de Almeida, pela cessão da área do experimento, e a Joelson N. Machado (Seu Gerson) trabalhador do sítio que apoiou todas as atividades do ensaio.

Referências

- ALAMU, E. O.; ADESOKAN, M.; FAWOLE, S.; MAZIYA DIXON, B.; MEHRETEAB, T.; CHIKOYE, D. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Qualities: A Review. **Forests**, v. 14, n. 3, 635, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14030635>
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, F. M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria do solo dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1287-1293, 2001.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.; SILVA, L. M. S. da. **Cultivo de *Gliricidia sepium* em consórcio com citros para suprimento de nitrogênio em solo dos Tabuleiros Costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 84).
- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.
- CARVALHO, L. M. de; SOBRAL, L. F.; ANJOS, J. L.; BORGES, A. L.; SILVA, A. J.; CARVALHO, H. W. L. **Adubação nitrogenada em laranjeiras Pera sobre três porta-enxertos no polo citrícola da Bahia e Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2022. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 169).
- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 175-179, 2012.
- FRANCO, A. A. **Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA UAPNPBS, 1988. (Embrapa UAPNPBS. Comunicado Técnico, 3).
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. v. 2, p. 392-395.
- LEVY, Y. Field determination of free proline accumulation and water-stress in lemon trees. **Hortscience**, v. 15, n. 3, p. 302-303, jun. 1980.
- PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; COSTA, G. S.; CARNEIRO, J. G. de A. Desempenho da gliricídia no cultivo de aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 781-789, 2011.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, F. F.de; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SAMPAIO, E. Timing and placement of cattle manure and/or gliircidia affects cotton and sunflower nutrient accumulation and biomass productivity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 1, p. 415-424, 2018.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETTO, R. M. Citros. In: PROCHNOW, L. I.; CESARIN, V.; STIPP, S. R. (ed.). **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 3, p. 373-405.

SEBRAE. **Fruticultura orgânica**: mercado de frutas orgânicas cresce no Brasil e oferece diversas oportunidades para produtores rurais. 21 mar. 2022. Acesso em: 8 ago. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/fruticultura-organica,810d36375acaf710VgnVCM100000d701210aRCRD>

SILVA, F. C. da (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627 p.

SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

SOBRAL, L. F.; VASCONCELOS, A.; ANJOS, J. L. dos. **Relações entre os teores de zinco, manganês e cobre no solo e na folha com a produtividade da laranjeira**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa 145).

WILLER, H.; SCHLATTER, B.; TRAVNICEK, J. (ed.). **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends**, 2023. Disponível em: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2023.html>. Acesso em: 10 julho 2023.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

