

## Produção de base agroecológica de milho com duas leguminosas perenes em sistema de aleias

Walter José Rodrigues Matrangolo<sup>(1)</sup>; Paulo Eduardo de Aquino Riberio<sup>(1)</sup>; Samara Cristiele Barros da Cruz; Virgínio Augusto Diniz Gonçalves<sup>(2)</sup>; Paôla da Conceição Campos Malta; Iago Henrique Ferreira da Silva; Savanna X. Gomes<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; walter.matrangolo@embrapa.br; <sup>(2)</sup> Técnico de nível superior; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(3)</sup> Universitários da UFSJ-CSL (Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas), MG.

**RESUMO:** Investiga-se o impacto nos parâmetros fitotécnicos do milho (variedade Caimbé) do seu consórcio com as leguminosas perenes *Cratylia argentea* e *Gliciridea sepium*, em sistema de aleias, cultivados em regime de sequeiro, no Bioma Cerrado, em Sete Lagoas, MG, em 2016. A fitomassa das leguminosas, após podas drásticas manuais, foi quantificada e depositada nas faixas de cultivo, a cada três meses, ao longo de 27 meses. No 23º mês após o início das podas drásticas, procedeu-se a semeadura direta mecanizada do milho na faixa de cultivo comercial. O milho não recebeu nutrientes além do fornecido pela fitomassa das leguminosas. Foram avaliados: altura da planta, peso de 300 grãos, peso de grãos/fileira, produção da fitomassa do milho e produtividade estimada por ha. A produtividade estimada de fitomassa verde após 27 meses foi de 71,3 t.ha<sup>-1</sup> para *C. argentea* e 73,7 t.ha<sup>-1</sup> para *G. sepium*. *C. argentea* forneceu ao longo do período, 553,21 kg.ha<sup>-1</sup> de N, e *G. sepium* 477,2 kg.ha<sup>-1</sup> (da fitomassa seca das folhas). A produtividade estimada de milho foi de 2,7 t.ha<sup>-1</sup> (consórcio com *C. argentea*) e 2,4 t.ha<sup>-1</sup> (consórcio com *G. sepium*), com 30.000 pl.ha<sup>-1</sup>. Por ser nativa do Cerrado, e, portanto, mais adaptada ao regime de sequeiro, *C. argentea* foi mais produtiva que *G. sepium*, sob condições de estresse hídrico descontinuado. A boa oferta de nutrientes, prevista pelos estudos bromatológicos das folhas secas das leguminosas, se concretizou na boa produção de biomassa do milho a baixo custo, considerando a ausência de insumos externos, além da reduzida demanda por mão de obra, restrita à poda.

**Termos de indexação:** *Cratylia argentea*, *Gliciridea sepium*, adubação verde.

### INTRODUÇÃO

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). Os estudos econômicos de produção de milho em sistema de aleias e convencional de Bertalot et al. (2008) apontaram para a viabilidade econômica dos dois sistemas de cultivo, com destaque para o tratamento com aplicação de biomassa do sistema agroflorestal. Guerra et al. (2014) destacam benefícios da adubação verde como proteção do solo quanto à erosão hídrica; adição de matéria orgânica a partir do C da biomassa vegetal produzida *in situ* e da ciclagem de nutrientes do solo e do N atmosférico; atenuação de efeitos relacionados a variáveis climáticas; redução da infestação de populações de ervas de ocorrência espontânea; fonte de recursos alimentares e de abrigo para inimigos naturais de pragas; controle de fitomoléstias de solo e manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção. O sistema de produção em aleias é monitorado para aprimoramento e compartilhamento dos aprendizados com a comunidade local, onde a horticultura tem grande relevância e que ainda é dependente de esterco bovino e rejeitos de aviários como cama de frango, em geral econômica e ambientalmente inadequados, por conterem microrganismos patogênicos para o ser humano e resíduos tóxicos da agroindústria (vacinas, antibióticos, hormônios, vermífugos e agrotóxicos em geral). O trabalho busca aprofundar os conhecimentos sobre a produção consorciada de milho em sistema de aleias, com as leguminosas perenes *C. argentea* e *G. sepium*.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada a produtividade do milho variedade Caimbé em regime de sequeiro, consorciado com as leguminosas perenes *Cratylia argentea* (daqui para frente, CA) e *Gliciridea sepium* (daqui para frente GS), em sistemas de aleias, em Sete Lagoas. Três fileiras paralelas de cada leguminosa, espaçadas por 4 m, com uma planta a cada 0,5 m, (duas fileiras laterais e uma central), com 20 m de comprimento (mudas de CA e estacas de GS), tendo cada sistema uma área de 160 m<sup>2</sup>. Após as

podas de condução iniciais (agosto e outubro de 2013, conforme GOMES et al., 2015), as leguminosas receberam podas drásticas a partir de novembro de 2013, sem qualquer medida de proteção para as plantas (pasta bordalesa ou cúprica), o que permitiu avaliar a rusticidade das leguminosas e a economicidade do arranjo produtivo. A cada 3 meses, pelas podas drásticas manuais, obtém-se o peso da fitomassa verde (soma do peso de folhas e galhos), então depositada sobre as faixas de cultivo comercial, por 27 meses. Os macro e micronutrientes aportados às áreas foram calculados a partir das fitomassa seca das folhas (65 °C, por 48 horas) pelo método de análise ICP-OES. O acréscimo de nutrientes foi subestimado, pois não foi contabilizado o peso dos galhos, que fornecem nutrientes mais lentamente que as folhas. Nas 4 faixas de cultivo (80 m<sup>2</sup> cada), procedeu-se a semeadura mecanizada direta do milho (0,70 m entre fileiras, quatro sementes/m, 30.000 pl.ha<sup>-1</sup>), em 15/12/2015 (23º mês após o início das podas drásticas), sobre palhada das leguminosas (5.000 pl.ha<sup>-1</sup>). Foram semeadas cinco fileiras de milho, e avaliadas as três fileiras centrais, conforme **Figura 1**.



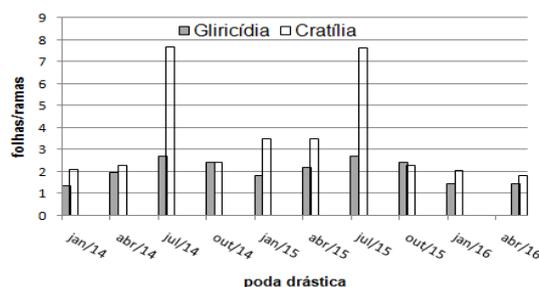
**Figura 1.** Em 06/01/2016, 50 dias após a semeadura do milho, persistem restos da poda ocorrida em 29/10/2015. Esquerda CA, direita GS.

O local do estudo (latossolo vermelho, mat. org. média - 3,3 dag/kg, pH 5,4, SB acima de 50%), não recebe aporte de insumo desde fevereiro de 2013 (adubo solúvel, herbicida, inseticida ou fungicida), desde o plantio das leguminosas. Parâmetros avaliados do milho: altura da planta (m), 300 grãos (gr), grãos/fileira (kg), fitomassa do milho após a colheita dos grãos (kg) e produtividade estimada (t.ha<sup>-1</sup>). Entre os meses de 11/2015 a 04/2016, a precipitação acumulada foi de 597,1 mm.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

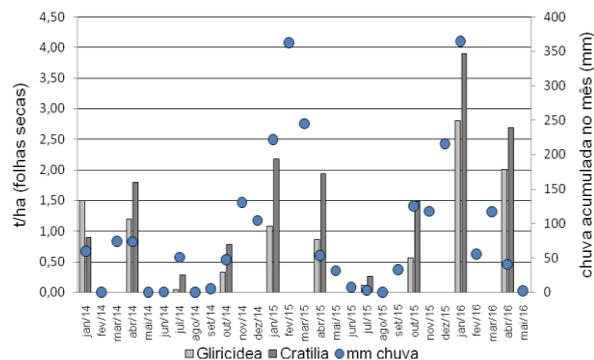
A sobrevivência de CA foi superior a 85%, enquanto mais de 50% das plantas (61) de GS morreram. Foram depositados 1.124,25 kg de fitomassa verde de CA (71,3 t ha<sup>-1</sup>) e 1.178,77 kg de fitomassa verde de GS (73,7 t ha<sup>-1</sup>). As folhas representam 69,30% do peso final de CA e 61,79% para GS. A proporção entre folhas e galhos oscilou ao longo do ano para as duas leguminosas (**Figura 2**), sendo que no período de inverno (julho), dá-se o maior predomínio das folhas sobre galhos em ambas. Para CA, a

massa de folhas chegou a ser mais de 7 vezes maior que a de galhos nas podas de julho. CA, original do Bioma Cerrado, mais adaptada ao estresse hídrico e apresenta maior produção de folhas que GS, originária de regiões equatoriais da América Central. Durante o período amostral, o peso das folhas de CA foi no mínimo o dobro do peso dos galhos, exceto em abril de 2016.



**Figura 2** – Relação temporal folhas/ramas das leguminosas CA e GS em sistema de aleias.

A produção estimada de fitomassa seca de folhas no período de 27 meses, que foi a base do cálculo do aporte de nutrientes, foi de 10,6 t.ha<sup>-1</sup> para GS e 16,2 t.ha<sup>-1</sup> para CA. A produção de fitomassa de folhas secas das duas leguminosas oscilou de forma semelhante nos anos de 2015 e 2016 (**Figura 3**), com pico de produção em janeiro. O mês de julho foi o menos produtivo para as duas leguminosas. Na primeira poda drástica (jan.2014), *G. sepium* foi mais produtiva que CA.



**Figura 3** - Precipitação mensal e produção de fitomassa de CA e GS.

Para Gama et al. (2009), GS desenvolve-se melhor em condições quentes e úmidas. Para esses autores, seu crescimento é limitado por baixas temperaturas e baixas precipitações pluviais, e pode tolerar prolongados períodos de seca, mas com queda de folhas dos ramos mais velhos. A mortalidade durante o período de 27 meses pl.ha<sup>-1</sup>, gerou uma densidade final de 2.500 pl.ha<sup>-1</sup> para GS e de 4.300 pl.ha<sup>-1</sup> para CA. A produção anual de fitomassa de folhas secas foi, em t.ha<sup>-1</sup> para CA e GS respectivamente, de 3,7 e 3,2 em 2014, 5,9 e

2,6 em 2015 e nos dois primeiros corte de 2016 (janeiro e abril), 6,6 e 4,8. Paulino et al. (2011) registraram uma produção anual de fitomassa seca da gliricídia em 2006, de 2.436 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em 2007, a produção de fitomassa seca foi superior, resultando em 3.389 kg ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Para Ferraz Júnior (2002), as podas de ramos de diferentes leguminosas variaram de 1,4 a 8 t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, e a fitomassa seca da gliricídia situa-se em torno de 5 t ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. A reduzida mortalidade e crescente produtividade de CA indicam que a espécie brasileira tem potencial para ser incluída entre as principais leguminosas destinadas à adubação verde. Para Gama et al. (2009), que estudaram a produção de biomassa das forrageiras lenhosas (*Albizia lebbbeck*, *Cajanus cajan*, CA, GS e *Leucaena leucocephala*), CA apresentou as maiores alturas no período seco, superior às demais leguminosas, o que evidenciou sua rápida recuperação após os cortes e sua aptidão para essa finalidade. Identificaram ainda uma produção de matéria seca de CA em torno de 7,2 t/h no período seco e 17,1 t/ha, no período chuvoso enquanto GS produziu 4 t/ha no período seco e 12 t.ha<sup>-1</sup> no período chuvoso. Com base nas análises bromatológica das folhas secas das duas leguminosas (**Tabelas 1 e 2**), foi estimado o aporte de nutrientes (**Tabela 3 e 4**).

A reduzida mortalidade e crescente produtividade de CA indicam que a espécie brasileira tem potencial para ser incluída entre as principais leguminosas destinadas à adubação verde. Para Gama et al. (2009), que estudaram a produção de biomassa das forrageiras lenhosas (*Albizia lebbbeck*, *Cajanus cajan*, CA, GS e *Leucaena leucocephala*), CA apresentou as maiores alturas no período seco, superior às demais leguminosas, o que evidenciou sua rápida recuperação após os cortes e sua aptidão para essa finalidade. Identificaram ainda uma produção de matéria seca de CA em torno de 7,2 t/h no período seco e 17,1 t/ha, no período chuvoso enquanto GS produziu 4 t/ha no período seco e 12 t.ha<sup>-1</sup> no período chuvoso. Com base nas análises bromatológica das folhas secas das duas leguminosas (**Tabelas 1 e 2**), foi estimado o aporte de nutrientes (**Tabela 3 e 4**).

**Tabela 1** - Teores médios de macronutrientes e CV(%) na matéria seca de folhas de CA e GS.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(g.kg <sup>-1</sup> )					
C.a.	34,2 (7,2)	2,50 (14,0)	18,30 (11,8)	17,20 (16,5)	3,45 (24,9)	2,15 (9,9)
G.s.	44,9 (3,7)	2,75 (12,1)	15,00 (14,2)	15,94 (11,4)	5,38 (11,2)	2,79 (6,3)

C. *argentea*: n = 17 amostras, G. *sepium*: n = 5 amostras.

Exceto para K e Ca, GS apresentou teores maiores

de macronutrientes do que CA. Esta, por sua vez, apresentou todos os micronutrientes em maior concentração, com destaque para Mn, perto de 2,4 vezes mais concentrado que em GS, 2,1 vezes para Fe e 1,73 vezes para o Zn. Para os dois consórcios, o teor de macronutrientes aportados na última poda são suficiente para uma produção próxima a 5 t.ha<sup>-1</sup> de grãos de milho, que para serem atingidos, conforme Coelho (2006), exigem 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 19 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 95 kg.ha<sup>-1</sup> de K, 17 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca e 17 kg.ha<sup>-1</sup> de Mg.

**Tabela 2** - Teores médios de micronutrientes e CV (%) na matéria seca de folhas CA e GS.

	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg.kg <sup>-1</sup> )			
C.a.	5,50	106,35	133,94	30,21
G.s.	2,63	72,37	54,73	17,47

O mesmo autor considera que o zinco é o micronutriente mais limitante à produção do milho, sendo a sua deficiência muito comum na região central do país, onde predominam os solos sob vegetação de Cerrado. Considerando o aporte contínuo de fitomassa e seus nutrientes nos últimos 27 meses (**Tabelas 3 e 4**), o arranjo com CA teoricamente pode produzir, após esse período, perto de 10 t.ha<sup>-1</sup> de grãos de milho (o que demanda 217 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 42 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 157 kg.ha<sup>-1</sup> de K, 32 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca e 33 kg.ha<sup>-1</sup> de Mg – conforme COELHO, 2006).

**Tabela 3** - Extração de macronutrientes da matéria seca de folhas CA e GS, em 27 meses\* (de jan. 2014 a abr. 2016) e em jan. 2016\*\*.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	(kg.ha <sup>-1</sup> )					
C.a.*	553	40,4	296	278,2	55,8	34,8
G.s.*	477	29,2	159	169	57,2	29,6
C. a.**	132	9,7	71	66,7	13,4	8,3
G.s.**	126	7,7	42	44,7	15,1	7,8

**Tabela 4** - Extração de micronutrientes da matéria seca das folhas de leguminosas CA e GS, em 27 meses\* (jan. 2014 a abr. 2016) e em jan. 2016\*\*.

	Cu	Fe	Mn	Zn
	(kg.ha <sup>-1</sup> )			
C.a.*	0,089	1,72	2,17	0,49
G.s.*	0,028	0,770	0,582	0,186
C. a.**	0,021	0,412	0,52	0,121
G.s.**	0,073	0,203	0,153	0,048

Da mesma forma, o potencial do arranjo com GS é pouco menor (7 t.ha<sup>-1</sup>) pela menor oferta de P no tecido foliar. O milho adensado em cerca de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup> de milho/ha, pode atingir tais volumes no sistema convencional com insumos derivados do petróleo, no entanto com custos financeiros e ambientais mais elevados. Considerando que a densidade do presente estudo foi de 30.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, e que produziu 2,7 t.ha<sup>-1</sup> sobre palhada de CA e 2,4 t.ha<sup>-1</sup> sobre palhada de GS (**Tabela 5**), calcula-se que em densidade de 50.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, as produções seriam de 4,5 t.ha<sup>-1</sup> no consórcio com CA e de 4 t.ha<sup>-1</sup> no consórcio com *G. sepium*.

**Tabela 5** - Parâmetros fitotécnicos para avaliação de milho no consórcio com leguminosas CA e GS.

parâmetros	média (CV%)	
	CA	GS
altura da planta	1,91 (5,62)	1,80 (2,58)
300 grãos (gr)	87,07 (5,2)	80,6 (7)
grão/linha* (kg)	7,09 (13,6)	6,46 (10,84)
fitomassa (kg/ha)	649 (7,17)	502,5 (15,90)
kg/ha	2.658,75	2.422,5

\* O valor representa a média da produção de grãos de seis fileiras de milho.

Que ficam distante do potencial de 10 t.ha<sup>-1</sup> e 7 t.ha<sup>-1</sup> estimados a partir dos nutrientes disponibilizados por CA e GS (**Tabelas 3 e 4**). O limite pode estar no potencial genético do material (variedade Caimbé), que, para Cruz et al. (2009), atingiu uma produtividade média de 5t/ha, após três anos de avaliações, em sistema orgânico de produção, em Sete Lagoas, MG. Todos os parâmetros fitotécnicos avaliados (**Tabela 5**) coincidiram com as estimativas de teores de nutrientes minerais das folhas, que indicaram maior oferta de nutrientes de CA quando comparada com GS.

### CONCLUSÕES

Por ser nativa do Cerrado, e, portanto, mais adaptada ao regime de sequeiro, CA foi mais produtiva que GS, sob condições de estresse hídrico descontinuado.

A boa oferta de nutrientes, prevista pelos estudos bromatológicos das folhas secas das leguminosas, se concretizou na boa produção de grãos e biomassa do milho a baixo custo, considerando a ausência de insumos externos, além da reduzida demanda por mão de obra, restrita à poda.

O sistema estudado fortalece a transição para uma agricultura mais autônoma, que busca produzir o alimento saudável, de baixo custo e com inclusão da biodiversidade nativa no sistema produtivo.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPEMIG pelo aporte financeiro e ao constante apoio da equipe técnica da Embrapa.

### REFERÊNCIAS

BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDONZA, E.; PINTO, M. S. V. Análise econômica da produção de milho (*Zea mays*) sob sistema agroflorestal e tradicional. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 5, p. 425-432, 2008.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78).

Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19622/1/Circ\\_78.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19622/1/Circ_78.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARAES, L. J. M.; QUEIROZ, L. R.; MATRANGOLO, W. J. R.; MOREIRA, J. A. A. **Produtividade de variedades de milho em sistema orgânico de produção**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 171). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2010/29774/1/Com-171.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Cultivo em aléias como alternativa para a produção de alimentos na agricultura familiar do tropico úmido. In: MOURA, E. G. (Org.). **Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido Maranhense: atributos, alterações, uso da produção familiar**. São Luiz: UEMA-MA, 2002. p. 61-88.

GAMA, T. C. M.; ZAGO, V. C. P.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; VOLPE, E.; MORAIS, M. G. Composição bromatológica, digestibilidade in vitro e produção de biomassa de leguminosas forrageiras lenhosas cultivadas em solo arenoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 560-572, 2009.

GOMES, S. X.; MATRANGOLO, W. J. R.; MOURA, J. J. da S.; RODRIGUES, B. F.; GONÇALVES, V. A. D. Estudos preliminares de *Cratylia argentea* (Fabaceae) em sistema de aléias para produção de fitomassa. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA, 4., 2015, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 21-24.

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**



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---

no **Brasil**: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 2, p. 241-267.

KANG, B. T. Alley cropping: soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 75-82, 1997.

PAULINO, G. M.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; COSTA, G. S.; CARNEIRO, J. G. de A. Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 781-789, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622011000500003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000500003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 27 jun. 2016.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---