

Remobilização e acúmulo de matéria seca no milho cultivado com leguminosas arbóreas no Maranhão ⁽¹⁾.

Ester de Paiva Alves ⁽²⁾; Werlen Araújo Barbosa ⁽²⁾; Emanuel Gomes de Moura ⁽³⁾; Alana das Chagas Ferreira Aguiar ⁽⁴⁾; Fabrício de Oliveira Reis ⁽³⁾; Heder Braun ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão.

⁽²⁾ Estudante; Engenharia Agrônômica; Universidade Estadual do Maranhão (UEMA); São Luís, Maranhão; E-mail: esterlvesuema@gmail.com; werlen.ab@gmail.com; ⁽³⁾ Professor; UEMA, São Luís, Maranhão; E-mail: egmoura@elo.com.br; fareoli@gmail.com; hederbraun@gmail.com; ⁽⁴⁾ Professora; Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Chapadinha, Maranhão; E-mail: alana.aguiar@ufma.br.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a remobilização e acúmulo de matéria seca no milho cultivado em sistema de aléias associado ou não com nitrogênio (N), em São Luís/MA. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial constituído por cinco combinações de leguminosas: Sombreiro + Leucena (S + L); Leucena + Acácia (L + A); Leucena + Gliricídia (L + G); Acácia + Gliricídia (A + G); Sombreiro + Gliricídia (S + G) e um tratamento controle associados com e sem a aplicação de nitrogênio (N). Foi utilizada a ureia (45% de N) como fonte de N. Foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de N no plantio e em cobertura. Foi utilizada a cultivar AG-7088, espaçada de 0,90 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas. Foram avaliados a remobilização, o acúmulo e a eficiência de remobilização de matéria seca na cultura do milho. Houve interação significativa entre as combinações de leguminosas com o N aplicado para todas as variáveis avaliadas. Plantas que não receberam aplicação de N (na forma de ureia) apresentam maior remobilização e acúmulo de matéria seca. A combinação L + A é a que apresenta maior acúmulo de matéria seca e a combinação A + G é a que apresenta maior remobilização e eficiência de remobilização de matéria seca na cultura do milho.

Termos de indexação: trópico úmido, sistema de aléias, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O uso de leguminosas arbóreas proporciona manejo mais sustentável dos agroecossistemas nos trópicos úmidos, pela capacidade de cobertura do solo e reciclagem dos nutrientes (K, Ca e N), e por aumentar a produtividade das culturas. Além disso, o aporte de matéria orgânica causa melhoria na estrutura e porosidade do solo, maior controle de plantas daninhas e, pela cobertura adicionada, protege o solo durante as chuvas intensas e conserva sua umidade durante os períodos mais secos (Moura et al., 2009). Além disso, esses sistemas favorecem o aumento da eficiência do uso

do N (Moura et al., 2010) bem como a aumento de matéria seca na cultura do milho (Moura et al., 2009).

Na cultura do milho, cerca de 50% da matéria seca total na maturação fisiológica é obtida durante o período pós-antese, em que a maior parte deste ganho de matéria seca ocorre nos grãos (Tollenaar et al., 2004; Lee & Tollenaar, 2007). Este fato favorece o aumento de produtividade na cultura do milho (Echarte et al., 2008).

A maior parte da matéria seca acumulada nos grãos é obtida por meio da fotossíntese após a antese (Lee & Tollenaar, 2007); e ainda, cerca de 45 - 65% do N contido nos grãos é consequência da sua absorção na pré-antese e via remobilização de N dos órgãos vegetativos durante o enchimento de grãos (Hirel et al., 2007; Tollenaar et al., 2004; Lee & Tollenaar, 2007).

Diante desses fatos, nós hipotetizamos que as plantas quando recebem apenas as combinações de leguminosas arbóreas podem favorecer o aumento da remobilização de matéria seca nas plantas de milho do que aquelas que foram associadas com N na forma de ureia. Devido à escassez de informações sobre o uso de N associado com leguminosas arbóreas no trópico úmido, objetivou-se determinar a remobilização, o acúmulo e a eficiência de remobilização da matéria seca na cultura do milho em sistema de cultivo em aléias associado com ou não com nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Março de 2013, na área experimental da UEMA, Campus de São Luís – MA, situada 2° 30'S e 44° 18'W, clima quente e úmido com temperatura média de 26 °C.

Foram utilizadas quatro espécies de leguminosas arbóreas, duas que produzem alta qualidade de resíduos (AQR) – *Leucaena leucocephala* (Leucena) e *Gliricidia sepium* (Gliricídia) e duas espécies de baixa qualidade de resíduos (BQR) – *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro) e *Acacia mangium* (Acácia).

Foi utilizado 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O para o plantio da cultivar AG-7088, espaçadas de 0,90 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas.

Tratamentos e amostragens

O espaçamento das leguminosas foi 0,5 m entre plantas e 4,0 m entre fileiras. As combinações de leguminosas foram: Sombreiro + Leucena (S + L); Leucena + Acácia (L + A); Leucena + Gliricídia (L + G); Acácia + Gliricídia (A + G); Sombreiro + Gliricídia (S + G) e Controle (C). Detalhes completos do experimento estão em Aguiar et al. (2010) e Moura et al. (2009). Cada combinação de leguminosa foi associada com a presença e ausência de N, na forma de ureia (45% de N).

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial constituído por cinco combinações de leguminosas e um tratamento controle associados ou não a aplicação de N.

Em todas as parcelas (4,0 x 5,0 m), a quantidade total de leguminosas foi dividida em 50% no plantio e 50% em cobertura. As parcelas que foram associadas com N (leguminosas + N) receberam 30 kg ha⁻¹ de N no plantio e 30 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Aos 30 dias após a emergência foi realizada a cobertura com leguminosas e N. Foi utilizada a ureia como fonte de N (45% de N). Um exemplo de duas unidades experimentais com o tratamento L + A com N (L + A + N) e L + A. Isto foi igual para todas as demais combinações de leguminosas associadas ou não com N. A quantidade de N total adicionada está listada na **Tabela 1**.

Nas fases fenológicas correspondentes à antese e à maturação fisiológica, foram coletadas plantas representativas de milho por parcela. Em ambas as fases, as plantas foram secas a 75 °C até atingirem massa constante e, posteriormente, pesadas.

O acúmulo (AMS), a remobilização (RMS) e a eficiência de remobilização (ERMS) da matéria seca (MS) foram estimados conforme Arduini et al. (2006) e Moura et al. (2013).

O AMS foi calculado pela diferença entre a MS de toda a planta na maturação fisiológica e na antese. A RMS durante o enchimento de grãos foi calculada pela diferença entre a MS na antese e a MS na maturação fisiológica. A ERMS foi calculada pela relação entre RMS e MS na antese.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as interações significativas (P<0,20) foram desdobradas conforme Percin & Cargnelutti Filho (2008). Foi utilizado o teste de Tukey (P<0,05) para comparar as médias das

variáveis avaliadas entre os tratamentos. Todas as análises foram realizadas com o Software SAEG (versão 9.1, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre as combinações de leguminosas com o N aplicado via ureia para o AMS (P<0,05) (**Figura 1**), para a RMS (P<0,10) (**Figura 2**) e para a ERMS (P<0,05) (**Figura 3**). As plantas que receberam apenas leguminosas apresentaram maior AMS (**Figura 1**) e RMS (**Figura 2**) do que aquelas que receberam leguminosas associada com N. O tratamento L + A foi o que apresentou maior AMS, porém não diferiu estatisticamente do S + L tanto associado ou não com N. Plantas que receberam N na forma de ureia foram menos eficiente no AMS em relação àquelas que receberam apenas leguminosas (**Figura 1**).

A combinação A + G foi a que apresentou maior RMS tanto associada ou não com o N (**Figura 2**). As médias da RMS, nesta combinação sem a presença de N não diferiram estatisticamente de L + G e L + A.

Não houve diferença significativa entre as médias da ERMS para os tratamentos com e sem N aplicado (P>0,99) (**Figura 3**). O tratamento controle foi o que apresentou menor ERMS, com ERMS de aproximadamente 20% (**Figura 3**).

Estes dados sugerem que o uso da cobertura do solo com leguminosas arbóreas foi mais importante para todas as variáveis avaliadas do que o uso da combinação de leguminosas associadas com N na forma de ureia. Ning et al. (2013) afirmaram que há um acúmulo tanto de matéria seca quanto de nutrientes ao longo de todo o período de crescimento do milho, e que este acúmulo está possivelmente associado à diferentes funções nas plantas.

Estes resultados indicam que as plantas nos tratamentos que receberam apenas leguminosas arbóreas possuíram maior capacidade de assimilar carbono, devido ao seu potencial fotossintético, e que os carboidratos foram utilizados para o desenvolvimento dos referidos parâmetros. Outro fato que também pode ter contribuído para isso, foi o sincronismo entre a liberação de nutrientes pelas leguminosas e a fase de maior requerimento pelas plantas de milho (Mendonça & Stott 2003; Moura et al., 2010).

Estes resultados também estão em conformidade com o estudo realizado por Sousa (2012), onde afirma a importância da cobertura do solo, por ter promovido melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas de milho, provenientes da

adubação e dos nutrientes disponibilizados pelas leguminosas.

Figuras e Tabelas

Tabela 1. Quantidade total de N adicionado e matéria seca produzida em cada tratamento

Tratamento	Matéria Seca (t ha ⁻¹)	Nitrogênio adicionado (kg ha ⁻¹ de N)	
		Leguminosas	Ureia
S+L	18	512	-
S+L+N	18	512	60
L+A	25	578	-
L+A+N	25	578	60
L+G	12	455	-
L+G+N	12	455	60
A+G	26	582	-
A+G+N	26	582	60
S+G	19	517	-
S+G+N	19	517	60
Controle	-	-	-
Controle+N	-	-	60

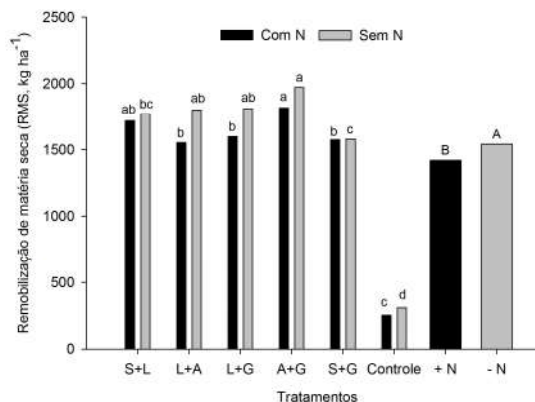


Figura 2. Remobilização de matéria seca (RMS, kg ha⁻¹) de plantas de milho cultivadas em aléias com quatro espécies de leguminosas associadas com ou sem nitrogênio. Letras maiúsculas comparam médias das duas condições de N; e letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro das duas condições de N. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

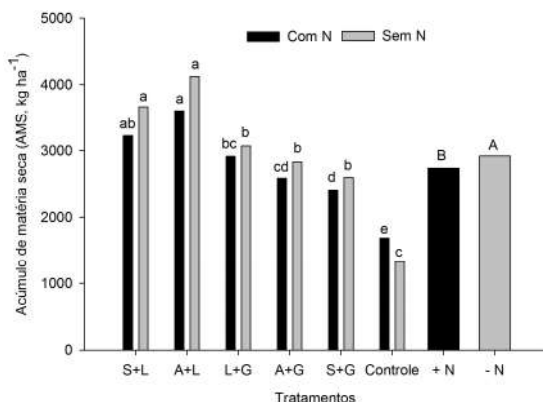


Figura 1. Acúmulo de matéria seca (AMS, kg ha⁻¹) de plantas de milho cultivadas em aleias com quatro espécies de leguminosas associadas com ou sem nitrogênio. Letras maiúsculas comparam médias das duas condições de N; e letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro das duas condições de N. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

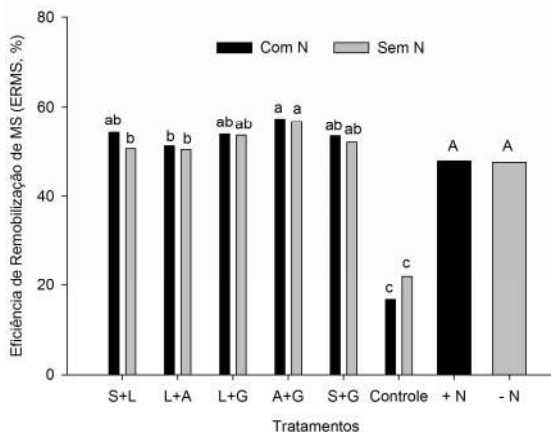


Figura 3. Eficiência de remobilização de matéria seca (ERMS, %) de plantas de milho cultivadas em aléias com quatro espécies de leguminosas associadas com ou sem nitrogênio. Letras maiúsculas comparam médias das duas condições de N; e letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro das duas condições de N. Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

As plantas de milho que receberam apenas combinações de leguminosas arbóreas apresentaram maior acúmulo e remobilização de matéria seca.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMA e CNPq pela concessão de bolsas e de recursos para o projeto.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. C. F.; Sustentabilidade do sistema plantio direto em argissolo no trópico úmido. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômica, Botucatu, 2006.

AGUIAR, A. C. F.; BICUDO, S. J.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; MARTINS, A. L. S.; COELHO, K. P.; MOURA, E. G. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a sandy loam soil in the pre-Amazon region of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 86:189-198, 2010.

ARDUINI, I.; MASONI, A.; ERCOLI, L.; MARIOTTI, M. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25:309-318, 2006.

ECHARTE, L., ROTHSTEIN, S., TOLLENAAR, M. The response of leaf photosynthesis and dry matter accumulation to nitrogen supply in an older and a newer maize hybrid. *Crop Science*, 48:656-665, 2008.

HIREL, B., GOUIS, J. L., NEY, B., GALLAIS, A. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *Journal of Experimental Botany*, 58:2369-2387, 2007.

LEE, E. A. & TOLLENAAR, M. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Science*, 47:202-215, 2007.

MENDONÇA, E. S. & STOTT, D. E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agroforestry Systems*, 57:117-125, 2003.

MOURA, E. G., ALBUQUERQUE, J. M., AGUIAR, A. C. F. Growth and productivity of corn as affected by mulching and tillage in alley cropping systems. *Scientia Agricola*, 65:204-208, 2008.

MOURA, E. G.; MOURA, N. G.; MARQUES, E. S.; PINHEIRO, K. M.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; AGUIAR, A. C. F. Evaluating chemical and physical quality indicators for a structurally fragile tropical soil. *Soil Use and Management*, 25:368-375, 2009.

MOURA, E. G.; SERPA, S. S.; SANTOS, J. G. D.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; AGUIAR, A. C. F. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 86:189-198, 2010.

MOURA, E. G.; MONROE, P. H. M.; COELHO, M. J. A.; COSTA SOBRINHO, J. R. S.; AGUIAR, A. C. F. Effectiveness of calcined rock phosphate and leucaena prunings as a source of nutrients for maize in a tropical soil. *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 30:1-13, 2013.

NING, P.; LI, S.; YU, P.; ZHANG, Y.; LI, C. Post-silking accumulation and partitioning of dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium in maize varieties differing in leaf longevity. *Field Crops Research*, 144:19-27, 2013.

PERECIN, D. & CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. *Ciência e Agrotecnologia*, 32:68-72, 2008.

TOLLENAAR, M., AHMADZADEH, A., LEE, E. A. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. *Crop Science*, 44:2086-2094, 2004.

SOUSA, C. C. M de. Melhorias no ambiente edáfico e na cultura do milho promovidas pelo uso de gesso, cobertura com palha de leguminosas arbóreas e fertilizantes minerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2012.