



Eficiência do uso de nitrogênio em milho de alta resposta sob intensificação ecológica da agricultura ⁽¹⁾.

Joab Luhan Ferreira Pedrosa⁽²⁾ ; Larissa Brandão Portela⁽³⁾; Anagila Janenis Cardoso Silva ⁽⁴⁾; Laurinete de Moraes Mendes⁽⁵⁾; Diogo Ribeiro de Araujo⁽⁵⁾; Alana das Chagas Ferreira Aguiar.⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do edital 047/2012 Pró-amazônia: biodiversidade e sustentabilidade.

⁽²⁾ Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA, Email: joabluhan@yahoo.com.br

⁽³⁾ Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão; ⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Maranhão⁽⁵⁾ Graduando de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, ⁽⁶⁾ Professor Adjunto IV da Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO: Os solos de baixa fertilidade natural no trópico úmido e a ausência de medidas que garantem maior aproveitamento de nitrogênio (N) pelas culturas são grandes desafios para a agricultura familiar para manter a produtividade das culturas dentro de uma margem economicamente viável. Este trabalho objetivou avaliar a eficiência no uso de nitrogênio em milho de alta resposta sob condições de um sistema de cultivo em aléias. O experimento foi instalado em fevereiro de 2014, em solo Argissolo Quartzarênico Distrocoeso e sob sistema de cultivo em aléias, em blocos ao acaso, com parcelas de 10 x 4 m² e oito repetições. Foram avaliados os conteúdos de N, no milho e os seguintes parâmetros: Eficiência de recuperação do nitrogênio inorgânico (ER-NI); Eficiência de recuperação de nitrogênio orgânico (ER-NO); Eficiência agronômica de N inorgânico aplicado (EA-NI); Eficiência agronômica de N orgânico aplicado (EA-NO). O milho cultivado nas aléias apresentou os maiores teores de N nos componentes, quando comparados aos cultivados no controle. O sistema em aléias promoveu o melhor aproveitamento do adubo nitrogenado pelo milho, com destaque para a combinação G+A, disponibilizando o nutriente para a cultura ao longo do ciclo de cultivo, sendo recomendado para as condições locais. A combinação de resíduos de alta e baixa qualidade é fundamental para que a cultura aumente o seu potencial produtivo.

Termos de indexação: ciclagem de nutrientes, aléias, agro ecossistemas.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado de nutrientes nos agrossistemas pode representar uma das principais limitações para o satisfatório rendimento das culturas agrícolas, sendo necessário, portanto, a adoção de práticas que garantam condições para que a planta tenha à sua disposição, o nutriente no momento da demanda, conferindo-lhe maior eficiência em seu uso.

Certamente, o nitrogênio é um dos elementos que causam maiores efeitos no crescimento e desenvolvimento do milho, afetando, direta ou indiretamente, a produtividade da cultura. (Okumura et al., 2011), sendo de grande importância nos processos bioquímicos da planta, como constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (Jakelaitis et al., 2005; Malavolta, 2006; Fornasieri Filho, 2007).

A partir da necessidade de se potencializar a eficiência do aproveitamento de N pelo milho, torna-se fator de grande relevância a adoção de um sistema de manejo conservacionista que atenda às necessidades locais.

Nesse contexto, como alternativa para substituir o modelo de agricultura itinerante praticado no Maranhão e aumentar a eficiência no uso de nutrientes pelas culturas, Aguiar et al., (2009) e Moura et al., (2008a) recomendam o sistema de cultivo em aléias, um sistema agroflorestal que utiliza leguminosas arbóreas ou arbustivas intercaladas em fileiras com culturas anuais. Esse sistema é considerado adequado para as condições edafoclimáticas do trópico úmido, pois como relatam Salmi et al., (2006), baseia-se na conservação do solo, diversificação de culturas, uso sistemático de adubos orgânicos e reciclagem de nutrientes.

Diante do exposto, objetivou-se, avaliar o aproveitamento de nitrogênio pelo milho AG8088 no sistema em aléias, identificando a combinação de leguminosas que mais contribui para o aproveitamento de nitrogênio pelo milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no assentamento Vila União, município de Chapadinha-MA, com Latitude 3°44'30" S e Longitude 43°21'37" O. A classificação climática da região é caracterizado como tropical úmido, com estação chuvosa que se inicia em meados de dezembro e se prolonga até o mês de julho, e uma estação seca que começa em agosto e se estende até novembro.



As leguminosas foram semeadas em fileiras duplas, dispostas em parcelas nas dimensões 10 x 4,0 m e 0,5 m entre plantas. Foram utilizadas duas espécies de baixa relação C/N: Leucena (*Leucaena leucocephala*) e Gliricídia (*Gliricidia sepium*), e duas de alta relação C/N: Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) e Acácia (*Acacia mangium*), onde cada parcela recebeu dois resíduos simultaneamente.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos, leucena + sombreiro (L+S); leucena + acácia (L+A); gliricídia + sombreiro (G+S); gliricídia+acácia (G+A); testemunha, sem leguminosas (T), e oito repetições.

Foi realizada a poda das árvores a uma altura de 50 cm. A parte aérea total de cada espécie foi pesada e, foram estimados os teores de nitrogênio total da biomassa (L+S=278,34; L+A=248,15; G+S=367,34; G+A=433,81 Kg/ha, respectivamente). A distribuição da biomassa nas parcelas foi realizada de modo que cada parcela recebesse a mesma quantidade de nitrogênio, de acordo com os tratamentos.

Os teores de nitrogênio foram analisados na planta de milho (colmo, folhas, parte reprodutiva e grãos) pelo método descrito em Tedesco et al., (1995).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Cramer Von-Mises) e de homocedasticidade (Levene), e atendido essas pressuposições foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do software INFOSTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Remobilização de N, Conteúdo de N e Conteúdo de Proteína

As plantas de milho no tratamento G+A remobilizaram maiores quantidades de N em suas folhas e colmos quando comparadas com os demais tratamentos. As plantas de milho do tratamento L+A apresentou os menores valores de remobilização. Os tratamentos L+S e G+S promoveram os maiores acúmulos de N nas plantas após o pendoamento, com destaque ao tratamento L+S que se diferenciou dos demais na promoção do acúmulo de N em plantas já na fase de pendoamento (Tabela 1).

Tabela 1. Remobilização de N, acúmulo de N após o pendoamento (ANPP) e conteúdo de N no pendoamento.

Tratamentos	Remobilização de N (Kg ha ⁻¹)	ANPP (Kg ha ⁻¹)	Teor de N no Pendoamento (Kg ha ⁻¹)
Leucena+Sombreiro	36,65c	275,01a	130,50b
Leucena+Acácia	27,80d	191,18c	133,94b
Gliricídia+Sombreiro	42,29bc	236,93ab	171,48a
Gliricídia+Acácia	74,15a	219,74b	178,18a
Testemunha	46,79b	172,53c	121,06c

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quanto ao conteúdo de N no grão, o tratamento G+S apresentou a maior quantidade de N no grão e e proteína nos grãos (Tabela 2).

Tabela 2. Conteúdo de N e proteína nos grãos do milho AG8088

Tratamentos	Quantidade de N no grão (Kg ha ⁻¹)	Quantidade de proteínas no grão (Kg ha ⁻¹)
Leucena+Sombreiro	50,05d	3,25a
Leucena+Acácia	42,41c	2,76b
Gliricídia+Sombreiro	65,89a	4,28a
Gliricídia+Acácia	36,48b	2,37b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os dados de remobilização indicam que a disponibilidade do nutriente foi mantida durante o período de enchimento de grãos para a parcela que recebeu G+S, o que está de acordo com os dados de acúmulo de N após o pendoamento, pois esses tratamentos apresentaram grande quantidade do elemento em seus tecidos durante os estádios fenológicos finais, o que refletiu também na maior quantidade de nitrogênio nos grãos deste tratamento. Embora as plantas nas parcelas com a testemunha tenham sido submetidas a deficiência de N durante todo o ciclo produtivo, boa parte do elemento foi remobilizado em relação aos outros tratamentos.

O tratamento G +S forneceu maior quantidade de proteína por hectare que os outros tratamentos, esse fator é diretamente controlado pela capacidade da planta em absorver e transferir nitrogênio do solo e dos órgãos vegetativos para os grãos que, por sua vez, é uma característica controlada geneticamente (SOFI et al., 2009).

Eficiência do nitrogênio aplicados via biomassa arbórea

Os tratamentos L+S e G+S diferiram dos demais quanto às eficiências de recuperação do N orgânico (ERNO) (Tabela 3).



Tabela 3 Eficiência de recuperação do nitrogênio orgânico (ERNO).

Tratamentos	ERNO (%)
Leucena+Sombreiro	28,72a
Leucena+Acácia	18,00b
Gliricídia+Sombreiro	26,26a
Gliricídia+Acácia	24,03a

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As plantas de milho cultivadas nos resíduos de G+S em relação às plantas adubadas com G+A recuperaram maior quantidade de N, isso pode ser explicado pela taxa de decomposição das leguminosas considerada baixa, ou seja, essa combinação permaneceu mais tempo sobre o solo, fornecendo maior quantidade de N orgânico, do que as outras combinações. Siqueira et al (2010) mostraram que o uso de plantas de cobertura intensifica a recuperação de N pelo milho e apresenta maior efeito residual no solo que o N-fertilizante. Esse resultado demonstra que, ao longo prazo, os tratamentos G+S e L+S podem aumentar a eficiência de recuperação anual de N, por impedir que o N seja perdido no sistema solo-planta-atmosfera e aumentando o reservatório ativo de N no solo.

Por outro lado, o tratamento L+A foi igual estatisticamente à testemunha, como essa combinação foi considerada de rápida decomposição, as quantidades de nitrogênio não permaneceram disponíveis por muito tempo para as plantas, fazendo com que esse tratamento não tivesse uma boa recuperação de N. Além disso, a baixa produção de biomassa a torna sujeita a aportar menor quantidade de N orgânico nas parcelas experimentais.

Para aumentar a oferta de nutrientes para o crescimento da planta, altas taxas de decomposição de resíduos e a consequente liberação de nutrientes são necessários durante os períodos de rápido crescimento da cultura e assimilação de nutrientes. No pendoamento, as quantidades de N nas folhas de todos os tratamentos, com exceção da testemunha, foram superiores a quantidade mínima necessária para o bom desenvolvimento do milho estabelecida por Ribeiro et al. (1999), que confirma que, as parcelas que não receberam resíduo de leguminosa foram prejudicadas quanto ao acúmulo de N nas folhas.

Apesar da aplicação de quantidades substanciais de fertilizante de nitrogênio inorgânico em todos os tratamentos (Aplicado no plantio e de cobertura), o conteúdo de N foi maior em todos os tratamentos em que os resíduos foram aplicados mostrando fornecimento adicional de N oriundos dos resíduos de decomposição. No entanto, a absorção de N na

cultura do milho não fez exatamente o que se esperava com a liberação de N quantificada a partir dos resíduos dos litterbags, até o final dos 120 dias previu que 93% do N dos resíduos de G+A teriam sido liberados, mais de 20% do N liberado foi recuperado pela cultura do milho. De acordo com Buresh e Tian (1998), esses dados estão de acordo com a eficiência do uso típico de N (Geralmente em torno de 20%) derivada de aléias em condições normais.

A decomposição lenta (G+A) dos resíduos de leguminosas não estão necessariamente indicando má liberação de nutrientes para o crescimento da cultura. A combinação de G+A manteve uma boa cobertura e também liberou maiores quantidades de N em todas as fases de crescimento do milho.

CONCLUSÕES

O sistema de cultivo em aléias é recomendado para promover o melhor aproveitamento de nitrogênio pelo milho, nas condições locais. A combinação G+A se mostrou a mais promissora para o sistema, promovendo o maior aproveitamento de nitrogênio orgânico e inorgânico.

As combinações de diferentes espécies de leguminosas são capazes de atender as demandas do milho por N, o que pode incrementar a produtividade, reduzir a necessidade de fertilizantes minerais nitrogenados e facilitar a construção de agroecossistemas de baixo impacto ambiental.

A combinação de resíduos de alta e baixa qualidade é fundamental para que a cultura aumente o seu potencial produtivo, pois os solos do trópico úmido apresentam baixa disponibilidade de nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica - IC e ao grupo de pesquisa em AGROECOLOGIA (ECONOUS).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.C.F. et al. Environmental and agricultural benefits of a management system designed for sandy loam soils of the humid tropics. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1473-1480, 2009.

FORNASIERI, F. D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007.576p.



JAKELAITIS, A. et al. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 39-46, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.

MOURA, E.G.et al. Growth and productivity of corn as affected by mulching and tillage in alley cropping systems. **Scientia Agricola**, 65:204-208, 2008a.

OKUMURA, R. S. et al. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.4, n.2, p. 126-235, 2011.

SOFI, P. A. et al. Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic manipulation for the nutritional fortification of maize. **Journal of Plant Breeding and Crop Science.**, v.16, p.244-253, 2009.

SALMI, G. P. et al. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 673-678, abr. 2006

TEDESCO, M.J. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de planta por digestão por H₂O₂ – H₂SO₄**. Porto Alegre UFRGS, 1995.