

## **Produção de Forragem em Populações Tropicais de Milho em Estresse de Nitrogênio<sup>1</sup>**

Alex Camilo<sup>1</sup>, Leandro Lopes Cancellier<sup>1</sup>, Bruno Augusto Pereira<sup>1</sup>, Flávio Sérgio Afférrri<sup>2</sup>,  
Luiz Paulo Miranda Pires<sup>1</sup> e Vitor Lucas de Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, alexcamilo.agro@gmail.com, leandrocancellier@hotmail.com, bruno-apereira@hotmail.com, luizpaulo\_vortex@hotmail.com, vitorlucassouza@hotmail.com. <sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, flavio@uft.edu.br

**RESUMO** - A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio é considerada uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção das culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção de forragem em populações tropicais de milho no Sul do Estado de Tocantins. Foram realizados dois experimentos, um correspondendo a um nível baixo e outro alto de adubação nitrogenada em cobertura. O ambiente de alto N apresentou bons resultados em oito genótipos para produção de massa verde de planta sem espiga, cinco genótipos para produção de massa verde da espiga, oito genótipos para massa verde total e foi observada uma média de 38,5% de participação de espiga. As populações 12-6, 1-5, 12-5, 12-4, 1-3, 26-1, 15-2 e 25-2 poderão ser utilizadas para produção de genótipos comerciais não só para baixas disponibilidades de N, mas como também para condições de alta disponibilidade, sendo voltados para produtores com maior nível de investimento na produção comercial de milho para produção de silagem.

Palavras-chave: *Zea mays*, silagem, massa verde

### **Introdução**

No Brasil, grande parte da produção de milho é realizada por pequenos e médios agricultores. Esses agricultores, que por sua vez, possuem baixo poder de compra e aliados a algum tipo de estresse ambiental, acarretando baixas produtividades. O alto custo dos fertilizantes nitrogenados justifica os esforços em obter cultivares com maior capacidade de aproveitamento deste recurso (SOARES et al.,2011) ou populações que podem servir como fonte de genes de tolerância ao estresse em que foi imposto.

Condições de deficiência de nitrogênio na planta resultaram em menor produção de clorofila e proteínas, que implicará em menor produção de fotoassimilados, e assim em menor conversão de massa verde. Desta maneira genótipos eficientes na utilização de nitrogênio têm maior capacidade de assimilar CO<sub>2</sub> e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de biomassa seca e maior rendimento de grãos de acordo com Jakelaitis et al. (2005).

A seleção de genótipos com maior eficiência na utilização de nitrogênio em programas de melhoramento é considerada, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produção das culturas (MAJEROWICZ et al., 2002). Há na literatura relatos de populações de

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado com o apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG.

milho eficientes em condições de estresse de N, comprovando que populações de milho possuem variabilidade genética, no entanto esses trabalhos levam em conta a produção de grãos, não considerando a eficiência de N na produção forrageira.

Além da redução de custos de produção, a obtenção de populações eficientes no uso de N pode proporcionar maior produção de forragem devido a melhor cobertura do solo, assim objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial forrageiro em populações tropicais de milho no sul do Estado do Tocantins.

### **Material e Métodos**

Foram realizados dois experimentos, cada um correspondendo a um nível diferente de adubação nitrogenada em cobertura, sendo um experimento com baixo nível de N, correspondendo a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> e outro experimento com alto nível de N, correspondendo a 150 kg ha<sup>-1</sup>, sendo semeados em área experimental no município de Gurupi - TO, no dia 21 de novembro de 2009. Os tratamentos foram constituídos de 24 populações de milho e uma variedade comercial como testemunha (BR 106).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com duas repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de quatro metros com espaçamento de 0,9 m entre linhas e considerada as duas linhas centrais de área útil.

A adubação de semeadura foi realizada utilizando 600 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 4-14-8, correspondendo às doses de NPK, proporcionando totais de 24 e 174 kg ha<sup>-1</sup>, para os ambientes de baixo e alto N. Semeou-se o milho na parcela a fim de se obter 60 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de cobertura no experimento de alto N foi realizada no estágio de quatro folhas totalmente desenvolvidas utilizando-se como fonte a uréia. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura.

As seguintes características foram avaliadas: participação de espiga na massa total da planta; massa verde da espiga; massa verde da planta sem espiga e massa verde total da planta avaliada quando as plantas se encontravam no estágio de grão farináceo (R5).

Obtidos os dados, foi realizada a análise de variância conjunta e aplicado o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade para as variáveis quando ocorreram diferenças significativas pelo teste F.

### **Resultados e Discussão**

Com relação à massa verde da planta sem espiga, sete genótipos apresentaram-se no grupo de maiores médias de massa verde da planta sem espiga na média dos ambientes alto e

baixo N (Tabela 1). As médias neste grupo variaram de 25.424 a 32.374 kg ha<sup>-1</sup>, e as médias dos genótipos de menores médias variaram de 17.098 a 25.424 kg ha<sup>-1</sup>. O ambiente de alto N foi significativamente superior ao ambiente baixo N, com uma produção de massa verde de planta sem espiga de 28.964 kg ha<sup>-1</sup>, já o ambiente baixo N produziu 19.591 kg ha<sup>-1</sup>.

O ambiente de alto N apresentou oito genótipos no grupo de maiores médias de produção de massa verde de planta sem espiga e 17 genótipos no grupo de menores médias. No ambiente de baixo N, os genótipos não apresentaram diferença significativa com relação a produção de massa verde de planta sem espiga. Com relação aos ambientes de alto e baixo N, 12 genótipos não apresentam redução na produção de massa verde no ambiente de baixo N.

Cruz et al. (2007) avaliando populações de polinização aberta, obtiveram uma média de 15.742 kg ha<sup>-1</sup> de massa verde da planta sem espiga. No presente trabalho, na média dos ambientes, houve uma variação de 32.374 kg ha<sup>-1</sup> para o genótipo 1-3 a 17.098 kg ha<sup>-1</sup> para o genótipo 2-5, valores superiores ao relatado por Cruz et al. (2007) e próximo ao relatado por Ramalho et al. (2001) que, avaliando o potencial de população de polinização aberta utilizando famílias de meios irmãos encontraram uma produção de 35.030 kg ha<sup>-1</sup> de massa verde da planta sem espiga.

A massa verde da espiga apresentou em alto N os genótipos 1-5, 12-4, 26-1, 12-6 e 12-5 no grupo de genótipos de maiores médias de produção de massa verde de espiga, com médias variando de 20.336 a 22.880 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

A participação da espiga na massa da planta não apresentou diferença significativa entre os genótipos tanto em alto N quanto em baixo N (Tabela 2). Também não houve diferença entre as médias dos ambientes alto e baixo N assim como na média dos genótipos. Apenas o genótipo 2-5 apresentou redução significativa da participação de espiga na massa da forragem em baixo N no solo.

No presente trabalho, foi observada uma média de 38,5% de participação de espiga, valor abaixo ao encontrado na literatura. A maior relação de espigas encontrado na literatura pode ser atribuída à utilização de híbridos nos experimentos.

Na escolha de um híbrido de milho para produção de silagem, esse deve apresentar alta porcentagem de grãos e, por consequência, de espigas na massa verde total da planta segundo Melo et al. (1999), que afirmam ainda que as variações observadas na porcentagem de espiga na massa verde se deve à constituição genética dos genótipos, concordando com a relevância dos estudos desta pesquisa.

Sendo esta uma característica importante para qualidade da silagem (PINTO et al., 2010), pode-se utilizá-la como parâmetro importante em populações que obtiveram bons valores de massa verde da planta, na busca da manutenção da qualidade da silagem produzida destas populações. Características como, alta relação grãos/massa verde, manejo adequado da adubação e época de corte, propiciam maior produção de matéria seca e maior produção de grãos, implicando numa silagem nutricionalmente mais rica, digestível e com menor teor de fibra, porém se houver uma alta proporção de palha e sabugo, estes podem reduzir o efeito da espiga na qualidade da silagem (MELO et al., 1999).

Na massa verde total, os genótipos 12-6, 1-5, 12-5, 12-4, 1-3, 26-1, 15-2, 25-2 e 12-2 apresentaram as maiores médias no ambiente alto N, com médias de 48.070 a 60.500 kg ha<sup>-1</sup>. Os genótipos no grupo de menores médias de massa verde total apresentaram médias entre 31.666 a 45.719 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Já em baixo N, os genótipos não diferiram quanto à massa verde total, mesmo com as médias variando de 25.451 a 40.274 kg ha<sup>-1</sup>, isto pode ser explicado devido à menor expressão da variabilidade genética em ambientes limitantes, como o estresse de nitrogênio. O mesmo efeito pode ser observado também com relação às características massa verde da planta sem espiga e massa verde da espiga.

Houve uma variação entre os ambientes de alto N e baixo N de 45.947 a 32.295 kg ha<sup>-1</sup> de massa verde total, sendo esta diferença significativa estatisticamente. É esperada a redução na produção de biomassa em ambientes com estresse de nitrogênio já que o este é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos fitocromos e da clorofila, além de afetar as taxas de iniciação e de expansão foliar, o tamanho final, intensidade de senescência foliar, índice de área foliar e conseqüentemente a afeta a produção de biomassa (GAVA et al., 2010).

Já nas médias dos ambientes alto e baixo N, os genótipos 12-6, 1-5, 12-5, 12-4, 1-3, 26-1, 15-2 e 25-2 apresentaram as maiores médias, com variação nas médias de 50.077 a 41.972 kg ha<sup>-1</sup>. Portanto estas populações podem ser utilizadas para o desenvolvimento de genótipos com foco na produção de forragem para silagem e cobertura de solo.

Chaves et al. (2008) ainda afirmam que em diversos programas de melhoramento, genótipos que possuem alta produção de grãos e massa verde tem sido recomendados para a produção de silagem, portanto a utilização de genótipos de maiores produções de massa verde para obtenção de novas cultivares comerciais irá por consequência obter cultivares que podem apresentar boa produtividade de grãos.

Médici et al. (2004) afirmam que seleção para desempenho sob baixo N em germoplasma de milho parece melhorar a eficiência com que o N é utilizado para produzir

biomassa e grãos, tanto em ambientes de baixa quanto em alta disponibilidade de nitrogênio. Genótipos considerados eficientes na utilização do nitrogênio disponível no solo apresentarão aumento no índice de área foliar em relação aos genótipos não eficientes, que irá otimizar a eficiência na interceptação de luz pelo dossel melhorando também o aproveitamento de água e nutrientes pela planta, conseqüentemente irá refletir em maior cobertura do solo e aumento na produção de biomassa de milho.

### Conclusão

As populações 12-6, 1-5, 12-5, 12-4, 1-3, 26-1, 15-2 e 25-2 poderão ser utilizadas para produção de genótipos comerciais não só para baixas disponibilidades de N, mas como também para condições de alta disponibilidade, sendo voltados para produtores com maior nível de investimento na produção comercial de milho para produção de silagem.

### Literatura Citada

CHAVES, L.G.; MIRANDA, G.V.; SOUZA, L.V.; GOMES, O.P.; OLIVEIRA, J.S. Parental commercial maize selection for silage production. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 7, n. 2, p. 183-194, 2008.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; PEREIRA, F.T.F.; ALVARENGA, R.C. e KONZEN, E.A. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 1, 2007.

GAVA, G.J.C.; OLIVEIRA, M.W.; SILVA, M.A.; JERONIMO, E.M.; CRUZ, J.C.S.; TRIVELIN, P.C.O. Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de <sup>15</sup>N-uréia. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 851-862, 2010.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005.

MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J.M.S.; MEDICI, L.O.; BISON, O.; PEREIRA, M.B.; SANTOS JÚNIOR, U.M. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 2, p. 129-136, 2002.

MÉDICI, L.O.; PEREIRA, M.B.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Diallel analysis of maize lines with contrasting responses to applied nitrogen. *Journal of Agricultural Science*, v. 142, n. 5, p. 535-541, 2004.

MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.; CARVALHO, M.L.M.; PINHO, E.V.R. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 23, n. 1, p. 31-39, 1999.

PINTO, A.P.; LANÇANOVA, J.C.; LUGÃO, S.M.B.; ROQUE, A.P.; ABRAHÃO, J.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; LEME, M.C.J.; MIZUBUTI, I.Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

RAMALHO, A.R.; RAMALHO, M.A.P.; RIBEIRO, P.H.E. Comportamento de famílias de meios-irmãos em diferentes épocas de semeadura visando à produção de forragem de milho. Ciência e Agrotecnologia, v. 25, n. 3, p. 510-518, 2001.

SOARES, M.O.; MIRANDA, G.V.; GUIMARÃES, L.J.M.; MARRIEL, I.E.; GUIMARÃES, C.T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 168-174, 2011.

**Tabela 1.** Valores médios de massa verde de planta sem espiga em kg ha<sup>-1</sup> e massa verde de espiga em kg ha<sup>-1</sup> de 25 genótipos de milho em alto e baixo N em Gurupi – TO, safra 2009/2010.

Genótipo	Massa verde da planta sem espiga			Massa verde da espiga		
	Alto N	Baixo N	Média	Alto N	Baixo N	Média
12-6	40.067 aA	22.908 aB	31.487 a	20.432 aA	16.747 aA	18.590 a
26-1	29.796 bA	21.038 aA	25.417 b	20.446 aA	16.115 aA	18.281 a
1-5	35.599 aA	21.120 aB	28.359 a	22.880 aA	13.420 aB	18.150 a
12-4	33.220 aA	27.761 aA	30.490 a	21.148 aA	14.561 aB	17.854 a
12-5	37.139 aA	25.671 aB	31.405 a	20.336 aA	13.667 aB	17.002 a
25-5	24.929 bA	19.566 aA	22.247 b	16.940 bA	14.520 aA	15.730 b
30-3	24.846 bA	18.892 aA	21.869 b	18.425 bA	12.774 aB	15.599 b
11-3	25.960 bA	14.974 aB	20.467 b	17.820 bA	12.925 aB	15.373 b
1-3	38.142 aA	26.606 aB	32.374 a	17.710 bA	12.939 aB	15.324 b
25-2	31.762 aA	21.835 aB	26.799 a	17.297 bA	13.049 aA	15.173 b
12-2	31.089 aA	19.195 aB	25.142 b	16.981 bA	12.925 aA	14.953 b
15-2	32.381 aA	24.709 aA	28.545 a	17.944 bA	11.921 aB	14.932 b
BR106	23.237 bA	16.981 aA	20.109 b	16.252 bA	12.609 aA	14.430 b
12-3	28.174 bA	16.830 aB	22.502 b	17.545 bA	11.000 aB	14.273 b
32-3	26.758 bA	16.459 aB	21.608 b	15.661 bA	12.279 aA	13.970 b
25-1	29.508 bA	21.340 aA	25.424 b	15.469 bA	12.320 aA	13.894 b
10-6	27.431 bA	17.311 aB	22.371 b	14.685 bA	12.911 aA	13.798 b
35-5	25.314 bA	16.748 aA	21.031 b	15.854 bA	11.564 aA	13.709 b
15-1	24.668 bA	18.741 aA	21.704 b	15.207 bA	11.578 aA	13.392 b
15-3	24.333 bA	17.297 aA	20.815 b	15.157 bA	11.619 aA	13.388 b
10-1	27.555 bA	17.902 aB	22.728 b	13.613 bA	13.117 aA	13.365 b
26-2	28.559 bA	15.139 aB	21.849 b	16.101 bA	10.312 aB	13.207 b
PO	26.400 bA	18.246 aA	22.323 b	15.166 bA	10.615 aA	12.890 b
2-5	18.865 bA	15.331 aA	17.098 b	14.520 bA	9.487 aB	12.004 b
28-5	28.366 bA	17.188 aB	22.777 b	14.314 bA	9.281 aB	11.797 b
Média	28.964 A	19.591 B	24.277	17.116 A	12.570 B	14.843

Grupo de médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha na mesma característica e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Valores médios participação da espiga na massa da planta em % e massa verde total em kg ha<sup>-1</sup> de 25 populações de milho em alto e baixo N em Gurupi – TO, safra 2009/2010.

População	Participação da espiga na massa da planta			Massa verde total		
	Alto N	Baixo N	Média	Alto N	Baixo N	Média
12-6	33,7 aA	42,2 aA	38,0 a	60.500 aA	39.655 aB	50.077 a
12-5	35,4 aA	35,9 aA	35,6 a	57.475 aA	39.339 aA	48.407 a

12-4	37,3 aA	36,7 aA	37,0 a	56.416 aA	40.274 aB	48.345 a
1-3	33,4 aA	32,8 aA	33,1 a	55.564 aA	39.834 aB	47.699 a
1-5	39,0 aA	38,7 aA	38,9 a	58.479 aA	34.540 aB	46.509 a
26-1	40,7 aA	43,5 aA	42,1 a	50.242 aA	37.152 aB	43.697 a
15-2	36,1 aA	32,2 aA	34,1 a	50.009 aA	36.946 aB	43.477 a
25-2	35,2 aA	37,4 aA	36,3 a	49.060 aA	34.884 aB	41.972 a
12-2	35,1 aA	40,5 aA	37,8 a	48.070 aA	32.120 aB	40.095 b
25-1	34,6 aA	36,6 aA	35,6 a	44.976 bA	33.660 aA	39.318 b
25-5	41,1 aA	42,6 aA	41,8 a	41.869 bA	34.086 aA	37.977 b
30-3	42,4 aA	40,2 aA	41,3 a	43.271 bA	31.666 aA	37.469 b
12-3	38,3 aA	39,3 aA	38,8 a	45.719 bA	27.830 aB	36.774 b
10-6	34,6 aA	42,9 aA	38,8 a	42.116 bA	30.223 aA	36.169 b
10-1	33,0 aA	42,2 aA	37,6 a	41.154 bA	31.034 aA	36.094 b
11-3	40,6 aA	46,3 aA	43,4 a	43.780 bA	27.899 aB	35.839 b
32-3	37,0 aA	42,8 aA	39,9 a	42.419 bA	28.737 aB	35.578 b
P.O.	36,5 aA	36,8 aA	36,6 a	41.566 bA	28.861 aA	35.214 b
15-1	37,9 aA	38,3 aA	38,1 a	39.875 bA	30.319 aA	35.097 b
26-2	37,3 aA	40,6 aA	39,0 a	44.660 bA	25.451 aB	35.055 b
35-5	38,6 aA	42,1 aA	40,3 a	41.896 bA	27.582 aB	34.739 b
28-5	33,5 aA	35,1 aA	34,3 a	42.680 bA	26.469 aB	34.574 b
BR106	46,2 aA	40,1 aA	43,1 a	35.722 bA	33.357 aA	34.540 b
15-3	38,4 aA	40,2 aA	39,3 a	39.490 bA	28.916 aA	34.203 b
2-5	46,9 aA	35,8 aB	41,3 a	31.666 bA	26.538 aA	29.102 b
Média	39,3 A	37,8 A	38,5	45.947 A	32.295 B	39.121

Grupo de médias seguidas de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.