

## NITROGÊNIO EM COBERTURA NO ESTUDO DE DOIS GRUPOS DE GENÓTIPOS DE MILHO EM GURUPI-TO

Edmar Vinícius de Carvalho<sup>1\*</sup>; Flávio Sérgio Afférri<sup>2</sup>; Joênes Mucci Peluzio<sup>3</sup>; Tarcísio Castro Alves de Barros Leal<sup>3</sup>; Eliane Aparecida Rotili<sup>4</sup>; Ana Luísa Lopes Ernesto Reis<sup>5</sup>

SAP 13480 Data envio: 22/01/2016 Data do aceite: 12/08/2016  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 3, jul./set., p. 358-364, 2016

**RESUMO** - O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do milho, em que o fornecimento pós semeadura é usualmente realizado. No entanto, a sua disponibilidade para as plantas está relacionada às condições de solo e clima e, também, com o tipo de material genético utilizado em virtude do potencial produtivo e da base genética. O objetivo foi avaliar dois grupos de genótipos de milho, com níveis de N em cobertura, em Gurupi, TO, safra 2012/13. No grupo com 30 genótipos, os experimentos foram representados por dois níveis de N em cobertura (0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>), que foram semeados em duas datas. No grupo com 12 genótipos, os níveis que representaram os experimentos foram 20; 80 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, e foram semeados em quatro datas. O delineamento foi de blocos ao acaso com três repetições. Na análise de variância conjunta, os experimentos foram agrupados de acordo com a data que foram semeados, na avaliação dos efeitos dos genótipos e do N em cobertura. Nos dois grupos de genótipos, não foi observada significância na interação entre as fontes de variação nas variáveis avaliadas. O teor clorofila foliar, entre os estádios VT-R1, foi mais sensível à mudança do N em cobertura.

**Palavras-chave:** cerrado, populações de polinização aberta, Tocantins, *Zea mays*.

## COVERED NITROGEN ON STUDY OF TWO MAIZE GENOTYPE GROUPS IN GURUPI, BRAZIL

**ABSTRACT** - The nitrogen is the most absorbed nutrient by maize, and its supply after seeding is common. However, its available for the plants is associate with soil and weather conditions and with kind of genetic material that is used, due the yield potential and the genetic base. This paper had the aim to evaluate two maize genotype groups at levels of nitrogen in covered, in Gurupi, Tocantins State, Brazil, season 2012/13. The experiments with 30 genotypes had two levels of covered nitrogen (0 and 150 kg ha<sup>-1</sup>) and they were seeding in two dates. The experiments with 12 genotypes had three levels of covered nitrogen (20; 80; 140 kg ha<sup>-1</sup>) and they were seeding in four dates. The experimental design was randomized blocks with three replications. For the analysis of variance, the experiments were clustering in accordance with the seeding date for the evaluation the effects of genotypes and covered nitrogen. In the two genotypes groups were not observed the significant interaction between the sources of variation. The leaf chlorophyll, between stages VT-R1, was the most sensible with the change of covered nitrogen level.

**Key words:** cerrado, open-pollinated, Tocantins, *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho desempenha papel de grande importância, servindo de base para a alimentação de diversas sociedades (SZÉLES et al., 2012) e de matéria-prima em várias indústrias. A cultura também é uma das que mais consomem fertilizantes nitrogenados (VARINDERPAL-SINGH et al., 2011), em virtude da função-chave do nitrogênio na planta.

A molécula de clorofila apresenta como componente estrutural o nitrogênio, presente na região central da estrutura (TAIZ; ZEIGER, 2009), sendo

encontrados resultados que relacionam o teor de N na folha com o de clorofila e que o torna um indicativo do estado nutricional da planta (SCHLICHTING et al., 2015).

A importância do suprimento de nitrogênio à planta é destacada por Mansouri-Far et al. (2010), bem como a realização de seu manejo eficiente, possibilitando reduzir custos e danos ao meio ambiente e obter produções rentáveis. O uso excessivo desse insumo pode promover baixa eficiência e impactos negativos ao ambiente (RAMBO et al., 2010; CHEN et al., 2013).

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, UFT, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural, Caixa Postal 66, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins. E-mail: [carvalho.ev@uft.edu.br](mailto:carvalho.ev@uft.edu.br). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Paulo, Brasil. E-mail: [flavioafferri@gmail.com](mailto:flavioafferri@gmail.com)

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado da UFT. E-mail: [joenesp@uft.edu.br](mailto:joenesp@uft.edu.br); [tarcisio@uft.edu.br](mailto:tarcisio@uft.edu.br)

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Dra. E-mail: [elianerotili@yahoo.com.br](mailto:elianerotili@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Bacharel em Ciências Biológicas, Especialista. E-mail: [analuisa\\_lopes@hotmail.com](mailto:analuisa_lopes@hotmail.com)

As condições edafoclimáticas de cultivo exercem influência na disponibilidade de nitrogênio e consequentemente no crescimento vegetal (BRAVIN; OLIVEIRA, 2014; CHEN et al., 2015), ou seja, para cada condição haverá uma dose nitrogenada ótima (ARNALL et al., 2013). Ainda, como essas condições são adversas, na maioria das vezes, em solos tropicais, a avaliação constante é necessária (CARVALHO et al., 2012).

Com relação à mensuração da eficiência do nitrogênio, Wu et al. (2011) destacam a importância da aferição correta da mesma, e que a busca por metodologias mais práticas é fundamental. Combs e Bernardo (2013) relatam sobre a busca de alternativas mais eficientes e rápidas frente às tradicionais na seleção de genótipos. Hurtado et al. (2011) e Masuka et al. (2012) citam o uso de ferramentas mais rápidas na detecção do estresse na avaliação genótipos de milho, como, por exemplo, equipamentos baseados na refletância espectral (clorofilômetros).

Na avaliação e seleção de genótipos de milho, deve-se buscar os que consigam ser eficientes na absorção e na utilização de nutrientes e água (SOARES et al., 2011; CHEN et al., 2013). No entanto, sob condições de estresses, bióticos ou abióticos, as respostas podem ser

diferentes em função do grupo genético avaliado (D'ANDREA et al., 2009), dificultando o trabalho de seleção.

Diante do exposto, as hipóteses do trabalho são: de que existem variáveis que são mais influenciadas pelo fornecimento de nitrogênio em cobertura; e que os genótipos pesquisados apresentam diferenças significativas nas variáveis avaliadas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar dois grupos de genótipos de milho, com níveis de nitrogênio em cobertura, em Gurupi-TO, safra 2012/13.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2012/13, os experimentos de campo foram conduzidos em cinco áreas experimentais (A1, A2, A3, A4 e A5) localizadas no município de Gurupi, Tocantins (11° 43' S; 49° 04' W; 280 m), em LATOSSOLO VERMELHO Amarelo. Na Tabela 1, estão representados os resultados da análise de solo, na camada de 0-20 cm, de cada uma das áreas e, também, a descrição resumida dos experimentos em cada uma. O clima da região é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen.

**TABELA 1.** Análise química e de textura do solo, na camada 0-20 cm, e descrição resumida dos experimentos, em cada área, na safra 2012/13, Gurupi, TO.

Atributos	Áreas					
	A1	A2	A3	A4	A5	
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,40	4,70	5,10	5,30	5,20	
P (mg kg <sup>-1</sup> )	6,40	1,80	3,70	4,70	10,40	
Ca+Mg (cmol dm <sup>-3</sup> )	3,30	1,10	2,20	3,00	2,30	
H+Al (cmol dm <sup>-3</sup> )	1,70	2,40	2,30	2,70	2,30	
K (cmol dm <sup>-3</sup> )	0,11	0,04	0,12	0,22	0,13	
CTC (cmol dm <sup>-3</sup> )	5,12	3,55	4,63	5,94	4,76	
V (%)	66,86	32,36	50,39	54,50	51,60	
Matéria Orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	23,00	16,00	15,00	16,00	20,00	
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	340	300	300	300	340	
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	90	80	80	80	90	
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	570	620	620	620	570	
Precipitação (mm)	828	502	502	327	811	327
Data de semeadura	11/12	28/01	06/02	13/03	30/10	06/03
Semeadura	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Sistema de cultivo	C <sup>1</sup>	PD <sup>2</sup> /Co <sup>3</sup>	PD <sup>4</sup>	PD <sup>2</sup> /I <sup>5</sup>	C <sup>1</sup>	I <sup>5</sup>
Quantidade de genótipos	12	12	12	12	30	30
Quantidade de experimentos <sup>6</sup>	3	3	3	3	2	2

Em que: <sup>1</sup> Sistema de cultivo convencional; <sup>2</sup>Plantio direto sob palhada de feijão-guandu (*Cajanus cajan*); <sup>3</sup>Consórcio com *Cajanus cajan*; <sup>4</sup>Plantio direto sob palhada de braquiária (*Brachiaria* spp.); <sup>5</sup>Irrigado; <sup>6</sup>Representados pela dose de nitrogênio em cobertura.

As avaliações foram realizadas em dois grupos de genótipos de milho, o primeiro constituído de 12 genótipos, sendo seis populações de polinização aberta (PPA), em fase final de programa de melhoramento, e seis

genótipos comerciais de ampla base genética. O segundo grupo genético foi representado por 30 genótipos em fase inicial de programa de melhoramento, sendo 24 PPA e seis linhagens.

Os experimentos de avaliação do grupo com 12 genótipos foram semeados, em sequência cronológica, nas áreas A1 (11/12), A2 (28/01), A3 (06/02) e A4 (13/03). Em cada semeadura foram implantados três experimentos, representados por três doses de nitrogênio em cobertura: 20, 80 e 140 kg ha<sup>-1</sup>, aplicadas manualmente na entrelinha e em dose única entre os estádios V4-V6, com uso de sulfato de amônio. O grupo de genótipos foi composto por seis populações de polinização aberta (P1, P2, P3, P4, P5 e P11), desenvolvidas por top crosses de linhagens com testador de base genética ampla e, seis genótipos comerciais de ampla base genética (três variedades: V6, V7, V8, e, três híbridos duplos: HD9, HD10, HD12).

O delineamento experimental utilizado nos 12 experimentos (combinação entre quatro semeaduras e três doses de N) foi o de blocos ao acaso com 12 tratamentos e três repetições, sendo a área útil da parcela constituída por duas linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,75 m. O número de plantas, após desbaste, foi de 50.000 plantas por hectare, exceto nos experimentos da área A4, que foi de 40.000 plantas por hectare, em função da época de cultivo mais tardia.

Na área A5, foram implantados quatro experimentos, para avaliação do grupo de 30 genótipos, sendo dois no período de safra verão (30/10) e dois em período de semeadura tardia (06/03). Em cada período, foram estudadas duas doses de nitrogênio em cobertura: 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, em experimentos separados. A dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> foi aplicada manualmente na entrelinha e em dose única entre os estádios V4-V6, com uso de sulfato de amônio. O grupo de genótipos foi composto por 24 populações de polinização aberta (PP1 a PP24), desenvolvidas por top crosses de linhagens com testador de base genética ampla e, seis linhagens S<sub>5</sub> (L1 a L6).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 30 tratamentos e três repetições, sendo área útil da parcela representada por uma linha de 2 m, com espaçamento entre linhas de 0,75 m. O número de plantas, após o desbaste, foi de 50.000 plantas por hectare.

A adubação de semeadura foi realizada com 500 kg ha<sup>-1</sup> (5-25-15 + 0,5% de Zn), no sulco de plantio, de acordo com a análise de solo, de todas as áreas, e com produtividade esperada entre 6 e 8 t ha<sup>-1</sup> de grãos. Ainda, previamente a semeadura, foi realizada correção da acidez do solo em cada área experimental. Foi realizada irrigação, por meio de aspersão convencional, nos experimentos semeados nas áreas A4 e A5 (semeadura tardia), com turno de rega de três dias. Os demais tratamentos culturais foram efetuados assim que se fizeram necessários, seguindo as recomendações técnicas da cultura do milho (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

Foram realizadas duas leituras do teor de clorofila nas folhas, por meio do clorofilômetro ClorofiLOG 1030<sup>®</sup> (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008), sempre no período da manhã e com amostragem de seis plantas por parcela e uma leitura por folha. A primeira leitura foi feita entre os estádios V6-V8 e realizada na última folha completamente expandida. A segunda, entre os estádios VT-R1, na folha oposta a inserção da espiga. As leituras

obtidas foram do índice de clorofila Total (CT<sub>I</sub> - V6-V8; CT<sub>II</sub> - VT-R1), em ICF (índice de clorofila Falker).

No estádio R6, foi realizada a colheita de plantas representativas da parcela, onde foram avaliadas: a massa seca da planta (MSP), em gramas, após secagem das plantas colhidas em estufa de circulação fechada, a 60-70 °C, até obtenção de massa constante; o número de grãos por espiga (NG); a massa do grão (MG), em gramas; e a produtividade de grãos (PG), em g planta<sup>-1</sup>, corrigidos a 13% de teor de água. Com estes dados foram estimados o índice de colheita (IC) e a razão entre PG e CT, em cada leitura, multiplicada pela produção relativa do PG (G<sub>R</sub>-CT<sub>I</sub>; G<sub>R</sub>-CT<sub>II</sub>).

Na análise estatística, os experimentos foram agrupados de acordo com a data em que foram semeados, sendo denominados de: 11/12, 28/01, 06/02 e 13/03, na avaliação de 12 genótipos e três níveis de N em cobertura e, de 30/10 (semeadura verão) e 06/03 (semeadura tardia/irrigado), na avaliação de 30 genótipos e dois níveis de N em cobertura. Isto foi realizado para a avaliação dos efeitos dos genótipos e dos níveis de N em cobertura em cada condição de semeadura/cultivo.

Primeiramente, foi aplicado o teste de normalidade nos dados, não sendo necessária a realização da transformação dos mesmos e após, foram realizadas análises de variância conjunta (seis, no total), em cada grupo de experimentos dentro da cada semeadura e, aplicado o teste de agrupamento de médias Scott-Knott (p≤0,05), em virtude dos experimentos serem diferenciados ora por dois níveis de nitrogênio, ora por três níveis, sendo este último, o limite mínimo para regressão (HOFFMANN, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa entre genótipos e nitrogênio em cobertura em todas as variáveis avaliadas, nas análises de variância conjunta (dados não mostrados). Segundo Oliveira et al. (2013), este resultado indica que nos ambientes utilizados nas análises, as variáveis tendem a serem controladas pelos mesmos genes.

Na avaliação do grupo com 30 genótipos, foi observado que na massa seca da planta (MSP), produtividade de grãos (PG), teor de clorofila foliar entre os estádios V6-V8 (CT<sub>I</sub>) e massa do grão (MG), e nas estimativas G<sub>R</sub>-CT<sub>I</sub> e G<sub>R</sub>-CT<sub>II</sub>, o fornecimento de nitrogênio em cobertura (150 kg ha<sup>-1</sup>) proporcionou aumentos significativos quando os genótipos foram avaliados em semeadura tardia com irrigação (Tabela 2). O teor de clorofila foliar entre os estádios VT-R1 (CT<sub>II</sub>) e o número de grãos por espiga (NG) apresentaram aumentos significativos, com o fornecimento do nitrogênio em cobertura (150 kg ha<sup>-1</sup>), em ambas as semeaduras (verão e tardia).

A redução da produtividade, segundo Soares et al. (2011), tem relação com a diminuição da taxa fotossintética, que tem ligação com a diminuição da clorofila. No entanto, o efeito do nitrogênio, na produtividade de grãos, está ligado a diversos fatores do ambiente, como a quantidade de água disponível durante pontos críticos da cultura (MANSOURI-FAR et al., 2010).

Assim, o fornecimento de água regularmente distribuído na semeadura tardia (com irrigação) em comparação ao da semeadura verão, pode ter sido o fator determinante para

que o efeito benéfico do nitrogênio na fase vegetativa (maiores teores de  $CT_{II}$  e de quantidade de grãos) tenha se expressado nas demais variáveis.

**TABELA 2.** Efeito do nitrogênio nas variáveis avaliadas em dois grupos de genótipos de milho (12 genótipos - semeaduras de dezembro a março; 30 genótipos - semeaduras em outubro e março), Gurupi, TO, 2012/13.

Dose N (kg ha <sup>-1</sup> )	Semeadura em 11/12								
	MSP	PG	CT <sub>I</sub>	CT <sub>II</sub>	IC	NG	MG	G <sub>R</sub> -CT <sub>I</sub>	G <sub>R</sub> -CT <sub>II</sub>
20	232 b	79 b	48 a	45 b	0,30 b	496 a	0,161 b	1,86 b	1,98 a
80	246 a	89 a	47 a	50 a	0,32 a	514 a	0,175 a	2,35 a	2,16 a
140	255 a	92 a	44 a	51 a	0,32 a	514 a	0,181 a	2,59 a	2,22 a
	Semeadura em 28/01								
20	216 b	54 a	42 a	48 b	0,22 a	389 b	0,139 a	1,03 a	0,87 a
80	229 a	59 a	43 a	50 a	0,23 a	431 a	0,137 a	1,11 a	0,94 a
140	237 a	57 a	43 a	51 a	0,21 a	432 a	0,132 a	1,03 a	0,86 a
	Semeadura em 06/02								
20	158 b	80 b	40 a	51 b	0,45 a	445 a	0,180 a	2,38 a	1,80 a
80	161 b	80 b	40 a	52 b	0,44 a	445 a	0,183 a	2,39 a	1,79 a
140	171 a	88 a	42 a	54 a	0,45 a	457 a	0,193 a	2,48 a	1,91 a
	Semeadura em 13/03								
20	113 a	78 a	36 a	44 b	0,61 a	470 a	0,166 a	2,57 a	2,04 a
80	108 a	72 a	34 a	46 a	0,59 a	459 a	0,156 a	2,21 a	1,60 b
140	110 a	73 a	31 b	47 a	0,59 a	446 a	0,164 a	2,40 a	1,53 b
	Semeadura em 30/10								
0	226 a	86 a	41 a	50 b	0,33 a	452 b	0,189 a	2,4 a	1,92 a
150	236 a	88 a	43 a	54 a	0,33 a	481 a	0,184 a	2,3 a	1,79 a
	Semeadura em 06/03								
0	122 b	55 b	27 b	40 b	0,41 a	352 b	0,155 b	1,88 b	1,22 b
150	173 a	75 a	33 a	48 a	0,38 a	431 a	0,175 a	2,32 a	1,60 a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Em que: MSP: massa seca da planta (g); PG: produtividade de grãos (g planta<sup>-1</sup>); CT<sub>I</sub> e CT<sub>II</sub>: teor de clorofila foliar entre os estádios V6-V8 e entre VT-R1, respectivamente, ICF; IC: índice de colheita; NG: número de grãos por espiga; MG: massa do grão (g); G<sub>R</sub>-CT<sub>I</sub> e G<sub>R</sub>-CT<sub>II</sub>: Razão entre PG e CT, em cada estádio, multiplicada pela produção relativa do PG.

Com relação a detecção do estresse de nitrogênio por meio da avaliação da produtividade de grãos, Bänziger et al. (2000) relatam que o mesmo foi observado quando a redução foi em torno de 60-75%, em comparação a condição de suprimento superior. Entretanto, o uso de outras variáveis, para a detecção do estresse, é encontrado na literatura, como os teores de clorofila foliar obtidos por meio da reflectância espectral (MASUKA et al., 2012). Afirmação que corrobora com os resultados obtidos, em que as variáveis relacionadas ao final do período vegetativo (NG e CT<sub>II</sub>) foram mais úteis para detectar o efeito do nitrogênio que as variáveis que sofrem influência de estresses que ocorrem nas fases vegetativas e reprodutivas (MSP, PG e MG).

Nas avaliações do grupo com 12 genótipos, o CT<sub>II</sub> foi a variável que obteve aumentos significativos com o aumento do fornecimento de nitrogênio em cobertura, em todas as semeaduras (Tabela 2), em que nas realizadas em

11/12, 28/01 e 13/03 a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou resultado superior, sem diferir significativamente da dose 140 kg ha<sup>-1</sup>, diferentemente da semeadura em 06/02, em que a maior dose proporcionou valor estatisticamente superior às demais.

Em outros estádios de desenvolvimento do milho (V8 e R3), Mansouri-Far et al. (2010) verificaram efeito positivo do aumento da dose de N, de 100 para 200 kg ha<sup>-1</sup>, nas leituras de clorofila foliar (SPAD). No entanto, Hurtado et al. (2011) relatam que entre as doses de 45 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, a variação das leituras de clorofila (SPAD) tende a ser menor.

O CT<sub>II</sub> foi a única variável que teve efeito significativo do nitrogênio, tanto avaliações com 30 genótipos e 12 genótipos, ou seja, foi a mais sensível à mudança da dose de N em cobertura, resultado que, segundo Soares et al. (2011), pode ser utilizado para a

distinção de ambientes com ou sem deficiência de nitrogênio.

Ainda, os assimilados translocados para os grãos são oriundos da remobilização do que está presente na parte vegetativa e do que é absorvido no período reprodutivo (CHEN et al., 2015). Assim, é importante para a planta ter nitrogênio disponível no início do período reprodutivo, fase de maior sensibilidade a estresses (KINIRY; RITCHIE, 1985; TOLLENAR; DWYER, 1999) para evitar reduções no potencial produtivo em virtude da menor fertilização e/ou número de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

Nas demais variáveis avaliadas em 12 genótipos de milho, o aumento significativo, com o aumento do fornecimento do nitrogênio em cobertura, foi observado somente em condições específicas. Por exemplo, a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> foi suficiente para promover aumentos significativos, sem diferir estatisticamente da dose de 140 kg ha<sup>-1</sup>, nas variáveis MSP (nas semeaduras em 11/12 e 28/01), PG (11/12), índice de colheita (11/12), NG (28/01), MG (11/12), e na estimativa G<sub>R</sub>-CT<sub>I</sub> (11/12). Na semeadura em 06/02, a dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> foi a que proporcionou aumentos significativos nas variáveis MSP e PG.

Na literatura são observadas diferentes respostas da produtividade de grãos de milho a doses de N em cobertura, por exemplo, Liu e Wiatrak (2012), em locais com escassez de chuvas, e Széles et al. (2012) sem uso de irrigação, observaram respostas positivas até as doses de 45 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, enquanto que Jin et al. (2012), em estudos realizados na China e sem irrigação, observaram que a produtividade aumentou até a dose de 184,5 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A produtividade de grãos e a massa seca da planta, na maturação fisiológica, são variáveis fortemente influenciadas pelo ambiente e governadas por vários genes, ou seja, de baixa herdabilidade, como demonstram os resultados obtidos por Presterl et al. (2003) e Emede e Alike (2012), na avaliação de genótipos de milho em condições contrastantes de N. Ainda, a resposta destas variáveis a práticas de adubação dependerá de fatores externos, por exemplo, Mansouri-Far et al. (2010) relatam que o efeito do nitrogênio tem relação com a disponibilidade de água.

Assim, mesmo com teores de CT<sub>II</sub> superiores, com doses maiores de N em cobertura, as condições durante o período reprodutivo determinaram se este maior teor refletiu em maior acúmulo de massa seca na planta e/ou no grão.

A diferença entre os genótipos foi significativa na maioria das variáveis avaliadas, o que demonstra a existência de variabilidade entre os genótipos estudados, em ambos os grupos, e, de acordo com Carvalho et al. (2012), indica a presença de variabilidade genética. Cabe ressaltar que no grupo com menor quantidade de materiais (12 genótipos) têm-se populações de polinização aberta (PPA's) em gerações avançadas e genótipos comerciais, e que, no grupo com maior quantidade (30 genótipos), tem PPA's em gerações iniciais e linhagens S<sub>5</sub>. No melhoramento genético vegetal a manutenção da

variabilidade genética é de fundamental importância, visando a utilização eficiente dos recursos genéticos (NASS; PATERNIANI, 2000).

No teor de clorofila foliar entre os estádios VT-R1, foi observado a formação de dois grupos de médias nas semeaduras feitas em 11/12 e 30/10 e, três, em 06/03 (Tabela 3). A identificação dos genótipos superiores, estatisticamente, quanto ao CT<sub>II</sub> possibilita a eliminação dos que foram menos eficientes no uso dos recursos disponíveis na síntese de clorofila (SOARES et al., 2011) e, verificar se o fornecimento de nitrogênio para alguns genótipos foi inadequado (RAMBO et al., 2010).

Em comparação ao CT<sub>II</sub>, na MSP e na PG foi encontrada maior formação de grupos de médias tanto na avaliação com 12 quanto com 30 genótipos (Tabela 3). Dessa maneira, alguns genótipos foram mais eficientes na utilização do N presente na planta, convertendo-o em massa seca da planta e/ou produtividade de grãos.

Entre as diversas estratégias para aumentar a eficiência na utilização dos recursos, Carvalho et al. (2012) relatam a busca tanto pela melhor absorção quanto translocação, ou seja, do que foi fornecido e disponibilizado para as plantas, absorver o máximo possível, e desta quantidade, converter para a produção de grãos. Assim, a identificação de genótipos superiores quanto aos teores de clorofila foliar no florescimento e produtividade de grãos, em diversas condições ambientais, pode, de forma indireta, atender a estes objetivos do melhoramento genético.

Na avaliação do grupo com 30 genótipos de milho, as populações PP6, PP12 e PP23 foram classificadas no grupo superior estatístico da PG, nas duas semeaduras (Tabela 3). As populações PP6 e PP23 apresentaram, nas duas semeaduras, índices de colheita (IC) estatisticamente superiores ao da população PP12. Ainda, estavam presentes nos grupos superiores em pelo menos oito das nove variáveis avaliadas, e, apresentaram valores de CT<sub>II</sub> sem diferença significativa de pelo menos 16 genótipos.

Estas populações podem ser consideradas as mais eficientes no aproveitamento dos recursos disponíveis, pois apresentando valores similares dos teores de clorofila foliar (estádios V6-V8 e VT-R1), NG, MG e IC dos demais genótipos, foram as que conseguiram ter maior PG, em ambas as condições de avaliação e independente da dose de N em cobertura.

Os genótipos HD10, V8 e HD12 foram classificados no grupo superior na maioria das variáveis avaliadas no grupo de 12 genótipos de milho, incluindo a PG (Tabela 3). Os genótipos V8 e HD12 apresentaram índice de colheita superior ao HD10 na semeadura em 06/02 e, CT<sub>II</sub> inferior ao mesmo genótipo, na semeadura 11/12.

Carvalho et al. (2012) relatam sobre a importância da identificação de genótipos que apresentem valores positivos em diversas variáveis, além da produtividade de grãos e, Chen et al. (2013), de genótipos que tenham bom desempenho tanto em condições de boa e baixa disponibilidade de nitrogênio.

**TABELA 3.** Efeito do nitrogênio nas variáveis avaliadas em dois grupos de genótipos de milho (12 genótipos - sementeiras de dezembro a março; 30 genótipos - sementeiras em outubro e março), Gurupi, TO, 2012/13.

Sementeiras	Quantidade de grupos de médias formados								
	MSP	PG	CT <sub>I</sub>	CT <sub>II</sub>	IC	NG	MG	G <sub>R</sub> -CT <sub>I</sub>	G <sub>R</sub> -CT <sub>II</sub>
11/12	3	2	1	2	3	2	2	2	2
28/01	3	3	1	1	3	3	3	3	3
06/02	5	2	2	1	2	3	2	3	3
13/03	3	3	1	1	3	2	3	3	4
30/10	5	4	1	2	2	3	2	2	3
06/03	2	4	2	3	2	3	2	2	2
Sementeira em 28/01 Grupo estatístico dos genótipos HD10, V8, HD12									
	MSP	PG	CT <sub>I</sub>	CT <sub>II</sub>	IC	NG	MG	G <sub>R</sub> -CT <sub>I</sub>	G <sub>R</sub> -CT <sub>II</sub>
11/12	A	A	A	A; B	C	A; B	A	A	A
28/01	A	A	A	A	B	A; B	A	A	A
06/02	A; B; C	A	B	A	A; B	A	A	A; B	A; B
13/03	A	A	A	A	B	A	A	A	A; B
Grupo estatístico dos genótipos PP6, PP12, PP23									
	MSP	PG	CT <sub>I</sub>	CT <sub>II</sub>	IC	NG	MG	G <sub>R</sub> -CT <sub>I</sub>	G <sub>R</sub> -CT <sub>II</sub>
30/10	A; C	A	A	A	A; B	A	A	A	A
06/03	A	A	A	A	A; B	A; B	A	A	A

Teste de médias usado no agrupamento: Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). A, B e C: grupos estatísticos em ordem decrescente.

Em que: MSP: massa seca da planta; PG: produtividade de grãos; CT<sub>I</sub> e CT<sub>II</sub>: teor de clorofila foliar entre os estádios V6-V8 e entre VT-R1, respectivamente; IC: índice de colheita; NG: número de grãos por espiga; MG: massa do grão; G<sub>R</sub>-CT<sub>I</sub> e G<sub>R</sub>-CT<sub>II</sub>: Razão entre PG e CT, em cada estágio, multiplicada pela produção relativa do PG.

## CONCLUSÕES

O teor de clorofila foliar, entre os estádios de desenvolvimento VT-R1 de genótipos de milho, é mais sensível à mudança do nível de fornecimento de nitrogênio em cobertura. O uso combinado desta variável com a produtividade de grãos pode auxiliar na seleção de genótipos eficientes na absorção e utilização do nitrogênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNALL, D.B.; MALLARINO, A.P.; RUARK, M.D.; VARVEL, G.E.; SOLIE, J.B.; STONE, M.L.; MULLOCK, J.L.; TAYLOR, R.K.; RAUN, W.R. Relationship between grain crop yield potential and nitrogen response. *Agronomy Journal*, Madison, v.105, n.5, p.1335-1344, 2013.
- BÄNZIGER, M.; EDMEADES, E.O.; BECK, D.; BELLON, M. **Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice.** Mexico-DF: CIMMYT, 2000. 68p.
- BRAVIN, M.P.; OLIVEIRA, T.K. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraés sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.49, n.10, p.762-770, 2014.
- CARVALHO, R.P.; VON PINHO, R.G.; DAVIDE, L.M.C. Eficiência de cultivares de milho na absorção e uso de nitrogênio em ambiente de casa de vegetação. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.33, n.6, p.2125-2136, 2012.
- CHEN, F.; FANG, Z.; GAO, Q.; YE, Y.; JIA, L.; YUAN, L.; MI, G.; ZHANG, F. Evaluation of the yield and nitrogen use efficiency of the dominant maize hybrids grown in North and Northeast China. *Science China: Life Sciences*, Beijing, v.56, n.6, p.552-560, 2013.
- CHEN, Y.; XIAO, C.; WU, D.; XIA, T.; CHEN, Q.; CHEN, F.; YUAN, L.; MI, G. Effects of nitrogen application rate on grain yield and grain nitrogen concentration in two maize hybrids with contrasting nitrogen remobilization efficiency. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v.62, n.1, p.79-89, 2015.
- COMBS, E.; BERNARDO, R. Genomewide selection to introgress semidwarf maize germplasm into U.S. Corn Belt inbreds. *Crop Science*, Madison, v.53, n.4, p.1427-1436, 2013.
- D'ANDREA, K.E.; OTEGUI, M.E.; CIRILO, A.G.; EYHÉRABIDE, G.H. Ecophysiological traits in maize hybrids and their parental inbred lines: phenotyping of responses to contrasting nitrogen supply levels. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.114, n.1, p.147-158, 2009.
- EMEDE, T.O.; ALIKA, J.E. Variation in agronomic characters among high and low nitrogen S2 maize (*Zea mays* L) lines grown in high and low nitrogen environments. *Maydica*, Bergamo, v.57, n.2, p.139-146, 2012.
- FALKER, AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030).** Disponível em: <[http://www.falker.com.br/produto\\_download.php?id=4](http://www.falker.com.br/produto_download.php?id=4)>. Acesso em: 28 abr. 2014.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução à econometria.** Piracicaba: ESALQ/LES, 2015. Disponível em: <[http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/4\\_8616](http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/4_8616)>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- HURTADO, S.M.C.; RESENDE, A.V.; SILVA, C.A.; CORAZZA, E.J.; SHIRATSUCHI, L.S. Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.6, p.1011-1017, 2011.
- JIN, L.; CUI, H.; LI, B.; ZHANG, J.; DONG, S.; LIU, P. Effects of integrated agronomic management practices on yield and nitrogen efficiency of summer maize in North China. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.134, n.1, p.30-35, 2012.

- KINIRY, J.R.; RITCHIE, J.T. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, n.5, p.711-715, 1985.
- LIU, K.; WIATRACK, P. Corn production response to tillage and nitrogen application in dry-land environment. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.124, n.1, p.138-143, 2012.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnica, 22).
- MANSOURI-FAR, C.; SANAVY, S.A.M.M.; SABERALI, S.F. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.97, n.1, p.12-22, 2010.
- MASUKA, B.; ARAUS, J.L.; DAS, B.; SONDER, K.; CAIRNS, J.E. Phenotyping for abiotic stress tolerance in maize. **Journal of Integrative Plant Biology**, Hoboken, v.54, n.4, p.238-249, 2012.
- NASS, L.L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.3, p.581-587, 2000.
- OLIVEIRA, L.R.; MIRANDA, G.V.; DELIMA, R.O.; FRITSCHENETO, R.; GALVÃO, J.C.C. Eficiência na absorção e utilização de nitrogênio e atividade enzimática em genótipos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.3, p.614-621, 2013.
- PRESTERL, T.; SEITZ, G.; LANDBECK, M.; THIEMT, E.M.; SCHMIDT, W.; GEIGER, H.H. Improving nitrogen-use efficiency in European maize: estimation of quantitative genetic parameters. **Crop Science**, Madison, v.43, n.4, p.1259-1265, 2003.
- RAMBO, L.; MA, B.; XIONG, Y.; SILVIA, P.R.F. Leaf and canopy optical characteristics as crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v.173, n.3, p.434-443, 2010.
- SCHLICHTING, A.F.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, M.C.; PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, T.J.A.; FARIAS, L.N. Efficiency of portable chlorophyll meters in assessing the nutritional status of wheat plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.12, p.1148-1151, 2015.
- SOARES, M.O.; MIRANDA, G.V.; GUIMARAES, L.J.M.; MARRIEL, I.E.; GUIMARAES, C.T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.168-174, 2011.
- SZÉLES, A.V.; MEGYES, A.; NAGY, J. Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.107, n.1, p.133-144, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.
- TOLLENAR, M.; DWYER, L.M. Physiology of maize. In: SMITH, D.L.; HAMEL, C. **Crop yield: physiology and process**. New York: Springer Berlin Heidelberg, 1999. p.169-204.
- VARINDERPAL-SINGH; YADVINDER-SINGH; BIJAY-SINGH; THIND, H.S.; KUMAR, A.; VASHISTHA, M. Calibrating the leaf colour chart for need based fertilizer nitrogen management in different maize (*Zea mays* L.) genotypes. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.120, n.2, p.276-282, 2011.
- WU, Y.; LIU, W.; LI, X.; LI, M.; ZHANG, D.; HAO, Z.; WENG, J.; XU, Y.; BAI, L.; ZHANG, S.; XIE, C. Low-nitrogen stress tolerance and nitrogen agronomic efficiency among maize inbreds: comparison of multiple indices and evaluation of genetic variation. **Euphytica**, Dordrecht, v.180, n.2, p.281-290, 2011.