

## DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO EM SEMEADURA TARDIA

Edmar Vinícius de Carvalho<sup>1\*</sup>; Flávio Sérgio Afférrí<sup>2</sup>; Joênes Mucci Peluzio<sup>3</sup>; Tarcisio Castro Alves de Barros Leal<sup>3</sup>; Clóvis Maurílio de Souza<sup>3</sup>; Lucas Koshy Naoe<sup>4</sup>

SAP 15110 Data envio: 13/09/2016 Data do aceite: 19/10/2016  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 3, jul./set., p. 296-301, 2017

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar 12 genótipos de milho e a resposta a quatro doses de N em cobertura (20, 80, 140 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), em condições de semeadura tardia (15/01 e 25/02 de 2014) em Gurupi, TO. Os experimentos foram instalados no delineamento blocos ao acaso com três repetições e 12 tratamentos, sendo avaliados o teor de clorofila foliar entre os estágios V6-V8 e VT-R1, a massa seca da planta, o número de grãos por espiga, massa do grão, produtividade de grãos, índice de colheita e eficiência produtiva. A análise estatística foi realizada em cada semeadura, com o efeito das doses de N em cobertura estudado pela regressão (polinômios ortogonais). Foi observada diferença significativa entre os genótipos na maioria dos atributos avaliados, em que a produtividade de grãos da variedade VAR8 e do híbrido duplo HD12 foi classificada no grupo estatístico superior nas duas semeaduras (independente da dose de N). Estes genótipos apresentaram os maiores valores da eficiência produtiva (0,58 a 0,75), sendo considerados os genótipos superiores e que podem ser indicados para a diminuição entre o potencial produtivo e a produtividade de grãos. Os atributos menos responsivos ao N em cobertura foram: teor de clorofila foliar entre os estágios V6 e V8, massa do grão e índice de colheita.

**Palavras-chave:** adubação, população de polinização aberta, Tocantins, *Zea mays*.

### COVERED NITROGEN LEVELS ON THE EVALUATION OF MAIZE GENOTYPES IN LATE SEEDING

**ABSTRACT** - The aim of this work was to evaluate 12-maize genotypes and the effect of four covered N levels (20, 80, 140 and 200 kg ha<sup>-1</sup>), in the late seeding conditions (01/15/2014 and 02/25/2014) at Gurupi, Tocantins State, Brazil. The experiments were conducted in the randomized blocks design with three repetitions and 12 treatments. The followed traits were evaluated: foliar chlorophyll content between the V6-V8 and VT-R1 stages, dry weight of plant, grain number per spike, grain weight, grain yield, harvest index and productivity efficiency. The statistical analyze was done in each seeding, and the N effect was studied by the regression (orthogonal polynomial). It was shown significant difference among the genotypes in the greater number of evaluated traits and the grain yield of variety VAR8 and double-cross HD12 was classified in the superior statistical group in the two seeding dates (in average of four levels of nitrogen). These genotypes had shown the highest values of productive efficiency (0.58 to 0.75), and they were the superior genotypes that can be used for decrease the interval between the productive potential and the grain yield. The traits less responsives for the covered N were: foliar chlorophyll content between the V6-V8 stages, grain weight and harvest index.

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

### INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente com maior demanda na cultura do milho (SILVA et al., 2013) em que 70-77% do que é absorvido é exportado para os grãos (COELHO, 2007). Isto faz com que o nutriente esteja presente em funções relevantes no metabolismo vegetal, relacionadas ao crescimento e desenvolvimento vegetal (GAZOLA et al., 2014).

As respostas da cultura do milho à adubação nitrogenada estão diretamente relacionadas aos genótipos

avaliados, às condições ambientais locais (GAZOLA et al., 2014) e, também, ao histórico da área e da época de aplicação (VALDERRAMA et al., 2011). Resultados de pesquisa realçam estas afirmações, como os encontrados nos trabalhos de: Torres et al. (2014), em condição de safrinha no Mato Grosso do Sul; Caviglia et al. (2014), no estudo do efeito do N em duas épocas de semeadura e; Marini et al. (2015), no estudo de dois híbridos de milho.

A produção de grãos é influenciada por diversos fatores que precisam estar em sinergia (COSTA et al.,

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, UFT, campus Universitário de Gurupi, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, Caixa Postal 66, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. 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. 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); [clovis@uft.edu.br](mailto:clovis@uft.edu.br)

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Fundação Universidade do Tocantins, UNITINS. E-mail: [lucas.kn@unitins.br](mailto:lucas.kn@unitins.br)

2012), sendo o milho altamente produtivo quando cultivado sob condições ótimas (YADAV et al., 2016). As baixas produtividades, quando observadas, podem estar relacionadas a: (i) redução de precipitações (BERGAMASCHI et al., 2004) e elevadas temperaturas (YADAV et al., 2016) durante o florescimento masculino e no enchimento de grãos; (ii) ao manejo inapropriado de fertilizantes (VALDERRAMA et al., 2011) e; (iii) a semeadura em épocas distintas da normal para cada região.

As épocas distintas podem compreender os meses de janeiro e fevereiro no Estado do Tocantins, segundo o zoneamento agrícola, pois tendem a proporcionar rendimentos menores (COIMBRA et al., 2014) em função das condições climáticas, e assim, apresentar elevado risco na redução do rendimento (LANGE et al., 2014).

Nos últimos 40 anos, em decorrência das mudanças climáticas, o potencial produtivo do milho apresentou decréscimo na China (CHEN et al., 2013) e em outros lugares do mundo. Esse potencial é a máxima produção da cultura em condições favoráveis e que pode ser obtida por meio de estimativas com o uso de modelos matemáticos (MENG et al., 2013). Na China, a produtividade média representa 50% do potencial produtivo (MENG et al., 2013), enquanto que nos EUA, em torno de 73-77% (VAN WART et al., 2013).

Com o melhoramento genético, o desenvolvimento de genótipos de milho adaptados pode representar incremento de 45% no potencial em

comparação a genótipos antigos (CHEN et al., 2013). O uso de populações e/ou variedades, mesmo com menor potencial produtivo que híbridos simples/triplos, é justificado pela estrutura genética complexa (COIMBRA et al., 2010), que pode conferir ampla adaptação (FELIPE et al., 2010) e geração de germoplasmas com elevada variabilidade genética.

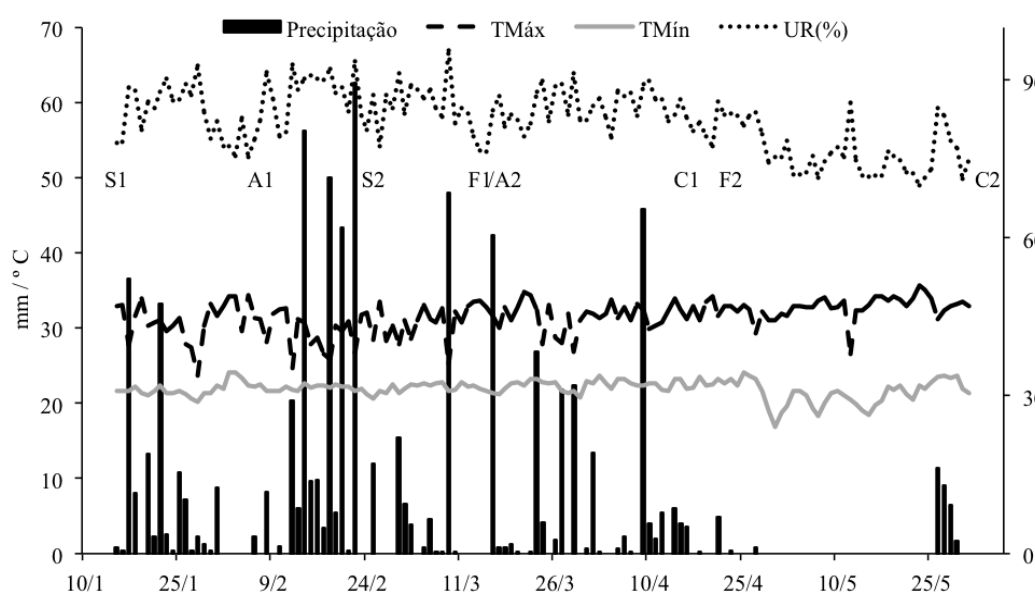
O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de 12 genótipos de milho, de ampla base genética, e a resposta à adubação nitrogenada em cobertura, em condições de semeadura tardia em Gurupi, TO.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados oito experimentos em duas áreas distintas (A1; A2), na safra 2013/14, em Gurupi, TO (280 m, 11° 43' S, 49° 04' O), em condições de semeadura tardia para o milho, de acordo com as datas de semeadura e o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a região (MAPA, 2016). O solo das duas áreas foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Amarelo, em que os resultados da análise de solo, na camada 0 a 20 cm, estão representados na Tabela 1. O clima da região é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen e os dados de precipitação e temperaturas máximas e mínimas estão representados na Figura 1.

**TABELA 1.** Análise química e de textura do solo (LATOSSOLO VERMELHO Amarelo), na camada 0-20 cm, em cada área de condução dos experimentos, na safra 2013/14, Gurupi, TO.

Área <sup>1</sup>	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P <sup>2</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	Ca+Mg ----- (cmolc dm <sup>-3</sup> )	H+Al -----	K -----	V <sup>3</sup> (%)	M.O. <sup>4</sup> (g dm <sup>-3</sup> )	Argila ----- (g kg <sup>-1</sup> )	Silte -----	Areia -----
A1	4,7	1,8	1,1	2,4	0,04	32,4	16	300	80	620
A2	5,1	3,7	2,2	2,3	0,12	50,4	15	300	80	620



**FIGURA 1.** Precipitação (mm), umidade relativa do ar (UR - %), temperaturas máximas e mínimas (TMáx; TMín; °C) de 15 de janeiro a 3 de junho de 2014, Gurupi, TO. S; A; F; C: semeadura; adubação de cobertura; florescimento; colheita. 1; 2: semeadura em Janeiro; Fevereiro. Fonte: Estação Climatológica de Gurupi, TO.

Na primeira área (A1), foram instalados quatro experimentos de campo, no dia 15 de Janeiro de 2014 (15/01), sob sistema de semeadura convencional. Cada experimento foi diferenciado pela dose de N em cobertura, aplicada manualmente e na entrelinha em dose única no estágio V6, com uso do sulfato de amônio, as quais foram: 20; 80; 140 e; 200 kg ha<sup>-1</sup>. Na segunda área (A2), foram instalados mais quatro experimentos, no dia 25 de Fevereiro de 2014 (25/02), diferenciados pelas mesmas doses de N em cobertura e aplicadas manualmente e na entrelinha em dose única no estágio V6, com uso de sulfato de amônio.

Nos oito experimentos, resultantes da combinação da semeadura feita em cada área e doses de nitrogênio em cobertura, foram utilizados 12 genótipos de milho (tratamentos), sendo seis populações de polinização aberta (P1, P2, P3, P4, P5, P11), desenvolvidas por top crosses de linhagens com testador de base genética ampla e; seis genótipos comerciais (três variedades: VAR6, VAR7, VAR8 e; três híbridos duplos: HD9, HD10, HD12). O delineamento experimental utilizado, em cada experimento, foi de blocos ao acaso com três repetições e 12 tratamentos, totalizando 36 parcelas, com a parcela experimental constituída por duas linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,75 m. Em cada experimento, foram utilizadas três linhas de bordadura em cada extremidade da área experimental.

Na instalação dos experimentos, foram utilizados 500 kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-15 (NPK) + 0,5% Zn no sulco de semeadura, em função dos resultados da análise de solo. Dez dias após a germinação, foi realizado o desbaste para controle populacional buscando 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas, foram realizados à medida que se fizeram necessários. A irrigação suplementar foi realizada, somente, nos experimentos instalados na área A2, semeados em 25/02.

Foram realizadas duas leituras do teor de clorofila nas folhas, por meio do clorofilômetro ClorofiLOG 1030® (FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA, 2008), sempre no período da manhã e com amostragem de seis plantas por parcela e uma leitura por folha. A primeira foi feita, entre os estágios V6-V8, na última folha completamente expandida. A segunda, entre os estágios 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 estágio R6 (maturação fisiológica), 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 forçada, a 60-70 °C, até obtenção de massa constante; o número de grãos por espiga (NG); a massa do grão (MG, gramas), e a produtividade de grãos (PG, g planta<sup>-1</sup>), corrigidos a 13% de umidade. Com estes dados foram estimados o índice de colheita (IC: massa seca dos grãos/massa seca da planta) e determinada a eficiência produtiva (EP), com o uso da seguinte fórmula: EP = PG/(NG x MG).

Na fórmula acima, o numerador representa a produtividade de grãos por planta, em gramas, que foi aferida, ou seja, o valor real por planta, enquanto que, o denominador representa o potencial produtivo da produtividade de grãos por planta, pois é obtido pela multiplicação entre o número de grãos por espiga (determinado no período vegetativo da cultura) e a massa média de cada grão (determinada no período reprodutivo). Assim, resume a relação entre o potencial produtivo e o nível de produção atingido por determinado genótipo na condição de cultivo que foi submetido.

A análise estatística foi realizada separadamente em cada área, ou seja, em cada semeadura (15/01; 25/02), para a avaliação dos efeitos dos genótipos (12) e das doses de nitrogênio em cobertura (quatro). Primeiramente foi aplicado o teste de normalidade nos dados, não sendo necessária a realização da transformação dos mesmos. Na análise de variância conjunta (realizada segundo critério de Pimentel-Gomes (2009), da razão entre o maior e menor quadrado médio residual das análises individuais ser menor que sete), o efeito das doses de nitrogênio foi estudado pela regressão, com o método dos polinômios ortogonais até a equação de segundo grau. Nos atributos em que os ajustes aos modelos de regressão (primeiro e segundo grau) não foram satisfatórios, foi aplicado o teste de médias Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) que também foi utilizado na comparação das médias entre os genótipos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Híbridos duplos, variedades e populações de população abertas (PPA's) de milho possuem, em geral, base genética mais ampla que híbridos simples e triplos e, portanto, tendência de serem mais estáveis em virtude da baixa interação com o ambiente (ALLARD; BRADSHAW, 1964). Os genótipos, utilizados nos experimentos, enquadram-se nesta afirmação, o que explica os resultados obtidos que demonstraram interação não significativa ( $p > 0,05$ ) entre genótipos e doses de nitrogênio, em cada semeadura (15/01 e 25/02).

A variedade VAR8 e o híbrido duplo HD12 apresentaram médias de produtividade de grãos estatisticamente superiores, tanto na semeadura de 15/01 quanto na de 25/02 de 2014 (Tabela 2). De acordo com Chen et al. (2013), o maior potencial de genótipos modernos de milho tem relação com maior acúmulo de matéria seca, altos índices de colheita, senescência foliar tardia e maior produtividade por planta. No entanto, na massa seca da planta e índice de colheita, a variedade VAR8 e o híbrido duplo HD12 apresentaram médias no grupo estatístico inferior.

Quanto a massa do grão, número de grãos, teor de clorofila foliar entre os estágios VT-R1 e eficiência produtiva (Tabela 2), os genótipos VAR8 e HD12 apresentaram médias estatisticamente superiores. Resultados que permitem explicar a maior produtividade frente aos demais genótipos avaliados em função do melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, que pode ser visualizada pela eficiência produtiva (EP).

**TABELA 2.** Médias de oito atributos referentes aos genótipos de milho com produtividade de grãos superior em experimentos de semeadura tardia (15/jan; 25/fev), Gurupi, TO, 2014.

Atributos	PG		MSP		MG		NG	
	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
Datas <sup>1</sup>	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
VAR8	65,6 A	106,6 A	247,7 B	273,0 B	0,26 A	0,29 A	439 A	490 A
HD12	75,0 A	109,3 A	287,7 A	269,0 B	0,28 A	0,32 A	423 A	455 B
Datas	EP		IC		CT <sub>I</sub>		CT <sub>II</sub>	
	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
VAR8	0,58 A	0,75 A	0,23 A	0,34 B	43,3 B	43,8 A	54,6 A	52,4 A
HD12	0,64 A	0,74 A	0,23 B	0,36 A	44,9 A	40,8 B	55,3 A	52,5 A

Em que: <sup>1</sup>semeadura em 15/jan realizada na área A1 e, semeadura em 25/fev, na área A2. Médias com mesma letra, na coluna, pertencem ao mesmo grupo estatístico pelo teste Scott-Knott ( $p > 0,05$ ). A: grupo estatístico superior; B: grupo estatístico inferior; PG: produtividade de grãos (g planta<sup>-1</sup>); MSP: massa seca da planta (g planta<sup>-1</sup>); MG: massa do grão (g); NG: número de grãos; EP: eficiência produtiva; IC: índice de colheita; CT<sub>I</sub> e CT<sub>II</sub>: teor de clorofila foliar entre os estágios V6-V8 e VT-R1, respectivamente, em ICF.

A EP resume a relação entre o potencial produtivo da planta e a produtividade de grãos, o que permite identificar a diferença entre o real e o potencial. O conhecimento desta diferença é importante para a definição de estratégias no melhoramento genético (MENG et al., 2013) e revela o intervalo de produção que pode ser explorado.

A diminuição desta diferença pode ser alcançada com o uso de genótipos adaptados às condições de cultivo locais (MENG et al., 2013), recomendados através de estudos comparativos na região de interesse (FELIPE et al., 2010) ou desenvolvidos por meio do melhoramento genético vegetal (VAN WART et al., 2013), com uso de

genótipos divergentes e com altos valores do atributo de interesse.

O teor de clorofila foliar, entre os estágios V6-V8, e a massa do grão não apresentaram influência significativa das doses de nitrogênio em cobertura ( $p > 0,05$ , teste Scott-Knott) nas duas semeaduras (15/01; 25/02), ou seja, o fornecimento de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura atendeu a demanda destes atributos. Fato semelhante ao observado no índice de colheita, em que nas duas semeaduras, o uso de 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura foi suficiente para proporcionar os maiores valores (Tabela 3).

**TABELA 3.** Resposta ao nitrogênio em cobertura de 12 genótipos de milho avaliados em experimentos de semeadura tardia (15/jan; 25/fev) em relação oito atributos, Gurupi, TO, 2014.

Atributos	PG		MSP		MG		NG	
	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
Datas <sup>1</sup>	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
Y max <sup>2</sup>	61,0	90,6	250,3	240,4	0,26	0,29	418	460
X <sub>Ymax</sub> <sup>2</sup>	80,0*	135,2**	200,0**	141,4**	20,0*	20,0*	80,0*	80,0*
Datas	EP		IC		CT <sub>I</sub>		CT <sub>II</sub>	
	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev	15/jan	25/fev
Y max <sup>2</sup>	0,55	0,70	0,22	0,36	45,9	42,8	55,8	52,9
X <sub>Ymax</sub> <sup>2</sup>	20,0*	130,0**	20,0*	20,0**	20,0*	20,0*	182,3**	200,0**

Em que: <sup>1</sup>semeadura em 15/jan realizada na área A1 e, semeadura em 25/fev, na área A2. <sup>2</sup>estimativa do máximo valor (Ymax) e da dose de N em cobertura em kg ha<sup>-1</sup> para obtenção de Ymax (X<sub>Ymax</sub>), obtida por regressão\*\* ou teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ )\*. PG: produtividade de grãos (g planta<sup>-1</sup>); MSP: massa seca da planta (g planta<sup>-1</sup>); MG: massa do grão (g); NG: número de grãos; EP: eficiência produtiva; IC: índice de colheita; CT<sub>I</sub> e CT<sub>II</sub>: teor de clorofila foliar entre os estágios V6-V8 e VT-R1, respectivamente, em ICF.

Os resultados podem estar associados a fatores como: (i) a primeira leitura de clorofila foliar foi realizada no dia seguinte a adubação de cobertura, que segundo Coelho (2007) é o início do período de maior absorção do N pela planta, ou seja, os efeitos da dose de nitrogênio de cobertura, ainda, não se manifestaram na planta; (ii) ocorrências de precipitações elevadas logo após a adubação de cobertura feita nos experimentos semeados em 15/01 (Figura 1) e; (iii) as condições desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal que diminuem a resposta da planta à adubação nitrogenada (OLIVEIRA et al., 2012).

No número de grãos por espiga, tanto na semeadura feita em 15/01 quanto em 25/02, a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> foi suficiente para promover os maiores valores (Tabela 3), que foram em média de 418 e 460 grãos por espiga, respectivamente, para as semeaduras de 15/01 e 25/02.

Com relação ao teor de clorofila foliar, entre os estágios VT-R1, na semeadura em 15/01, foi observada resposta quadrática em relação ao aumento da dose de nitrogênio em cobertura, com dose ótima estimada em 183,25 kg ha<sup>-1</sup> (55,8 ICF). Na semeadura em 25/02, a

resposta foi linear, ou seja, a medida que houve aumento da dose nitrogenada o teor de clorofila foliar apresentou incremento (Tabela 3), com valor máximo estimado de 52,9 ICF.

Na eficiência produtiva, foi observada dose maior de nitrogênio, em cobertura, para alcançar média superior (0,70) na semeadura feita em 25/02, com dose ótima de 130 kg ha<sup>-1</sup>, estimada pela equação de segundo grau (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram observados na produtividade de grãos.

As perdas de nutriente contido no adubo por volatilização tendem a ser maiores em situações de doses elevadas de fertilizante e as por lixiviação, quando ocorrem precipitações elevadas após a prática de adubação (COSTA et al., 2012). Este último fato foi observado quando a semeadura foi feita em 15/01, em que maiores precipitações foram observadas logo após a adubação de cobertura (Figura 1).

A ocorrência de temperaturas elevadas, como no Estado do Tocantins, aumenta a necessidade hídrica da cultura (ISLAM; GARCIA, 2012) e aliado ao fato da diminuição das precipitações entre o florescimento e a colheita dos experimentos semeados em 15/01 (Figura 1) podem ter contribuído para que houvesse limitação hídrica nos experimentos dessa semeadura. Fato contrário ao da semeadura em 25/02, em que foi utilizada irrigação suplementar e assim, não havendo limitação hídrica para as plantas.

Nas condições da primeira semeadura, 15/01 (limitação hídrica), ocorre o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, aumento da temperatura foliar, e em condições de altas temperaturas sem limitação hídrica, há efetiva evapotranspiração (YADAV et al., 2016).

A resposta ao aumento da dose de N em cobertura tem relação com a disponibilidade hídrica, sendo mais evidente quanto não há essa limitação para o milho (HERNÁNDEZ et al., 2015). A falta de resposta em condições de limitação hídrica está associada a redução do índice de colheita e da biomassa vegetal (HERNÁNDEZ et al., 2015), que por sua vez estão associadas à diminuição do metabolismo da planta (COIMBRA et al., 2014) e, conseqüentemente ao da produtividade de grãos (GAZOLA et al., 2014).

Dessa maneira, com a redução do potencial produtivo da planta nestas condições (de limitação hídrica), também, há redução da demanda por nitrogênio, visando a produção de grãos. Afirmar que se relaciona com o fato de que na semeadura feita em 15/01 (com limitação hídrica) a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> foi suficiente para o alcance de média superior (61 g planta<sup>-1</sup>), enquanto na semeadura de 25/02 (com irrigação suplementar) foi a dose estimada de 135,28 kg ha<sup>-1</sup> (90,6 g planta<sup>-1</sup>), considerando a média de todos os genótipos avaliados.

Outro fato observado foi de que a quantidade (dose) de N em cobertura para atingir o máximo valor foi superior na massa seca da planta (que considerou todos os componentes vegetais da parte aérea) em comparação à produtividade grãos (Tabela 3). De acordo com Islam e Garcia (2012) o máximo potencial de produção de

biomassa vegetal foi atingido com 305 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo superior a necessidade da produção de grãos.

Por fim, Coelho (2007) relata que a extração de nitrogênio do solo é maior quando a cultura é destinada à produção de silagem (calculada em função da produção de matéria seca da parte aérea) em comparação quando o produto final são os grãos, pelo fato de que quando a colheita é destinada para silagem a parte vegetativa também é removida do campo sem ocorrer incorporação dos restos culturais.

## CONCLUSÕES

Assim, pode-se concluir que a variedade VAR8 e o híbrido duplo HD12 foram os genótipos superiores e podem ser utilizados em programas de melhoramento, para a diminuição entre o potencial produtivo e a produtividade de grãos. Os atributos menos responsivos ao N em cobertura, em condições de semeadura tardia, foram: teor de clorofila foliar entre os estágios V6 e V8; massa do grão e; índice de colheita. A limitação hídrica esteve associada a menor resposta dos genótipos de milho a adubação nitrogenada em cobertura, em condições de semeadura tardia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype x environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v.4, n.5, p.503-508, 1964.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MULLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- CAVIGLIA, O.P.; MELCHIORI, R.J.M.; SADRAS, V.O. Nitrogen utilization efficiency in maize as affected by hybrid and N rate in late-sown crops. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.168, n.1, p.27-37, 2014.
- CHEN, X.; CHEN, F.; CHEN, Y.; GAO, Q.; YANG, X.; YUAN, L.; ZHANG, F.; MI, G. Modern maize hybrids in Northeast China exhibit increased yield potential and resource use efficiency despite adverse climate change. **Global Change Biology**, Oxford, v.19, n.3, p.923-936, 2013.
- COELHO, A.M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11p. (Embrapa Milho e Sorgo: Circular Técnica; 96).
- COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; CRUZ, C.D.; VAZ DE MELO, A.; ECKERT, F.R. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.1, p.159-166, 2010.
- COIMBRA, R.R.; FRITSCHÉ-NETO, R.; COIMBRA, D.B.; NAOE, L.K.; CARODOSO, E.A.; RAONI, D.; MIRANDA, G.V. Relação entre tolerância do milho a baixo teor de fósforo no solo e responsividade a adubação fosfatada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.2, p.332-339, 2014.
- COSTA, N.R.; ADREOTTI, M.; GAMEIRO, R.A.; PARIZ, C.M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K.S.M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.8, p.1038-1047, 2012.
- FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030)**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[http://www.falker.com.br/pr oduto\\_download.php?id=4](http://www.falker.com.br/pr oduto_download.php?id=4)>. Acesso em: 28 abr. 2014.
- FELIPE, C.R.P.; DUARTE, J.B.; CAMARANO, L.R. Estratificação ambiental para avaliação e recomendação de variedades de milho no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.2, p.186-199, 2010.

- GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R.R.; FONSECA, I.C.B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.7, p.700-707, 2014.
- HERNÁNDEZ, M.; ECHARTE, L.; DELLA MAGGIORA, A.; CAMBARERI, M.; BARBIERI, P.; CERRUDO, D. Maize water use efficiency and evapotranspiration response to N supply under contrasting soil water availability. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.178, n.1, p.8-15, 2015.
- ISLAM, M.R.; GARCIA, S.C. Rates and timing of nitrogen fertilizer application on yield, nutritive value and nutrient-use efficiency of early- and late-sown forage maize. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.67, n.1, p.24-33, 2012.
- LANGE, A.; CAIONE, G.; SCHONINGER, E.L.; SILVA, R.G. Produtividade de milho safrinha em consórcio com capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.13, n.1, p.35-47, 2014.
- MARINI, D.; GUIMARÃES, V.F.; DARTORA, J.; LANA, M.C.; PINTO JÚNIOR, A.S. Growth and yield of corn hybrids in response to association with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization. **Revista Ceres**, Viçosa, v.62, n.1, p.117-123, 2015.
- MENG, Q.; HOU, P.; WU, L.; CHEN, X.; CUI, Z.; ZHANG, F. Understanding production potentials and yield gaps in intensive maize production in China. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.143, n.1, p.91-97, 2013.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 19 out. 2016.
- OLIVEIRA, M.A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L.T.; DOMINGUES, A.R.; FERREIRA, A.S. Desempenho agrônômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.10, p.1040-1046, 2012.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- SILVA, F.C.; SILVA, M.M.; LIBADI, P.L. Aplicação de nitrogênio no cultivo de milho, sob sistema plantio direto: efeitos na qualidade física do solo e características agrônômicas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3513-3528, 2013.
- TORRES, F.E.; SOUZA, L.C.F.; ANDRADE, L.H.L.; PEDROSO, F.F.; MATOSO, A.O.; BENETT, C.G.S.; BENETT, K.S.S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.36-41, 2014.
- VALDERRAMA, M.; BUZZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n.2, p.254-263, 2011.
- VAN WART, J.; KERSEBAUM, K.C.; PENG, S.; MILNER, M.; CASSMAN, K.G. Estimating crop yield potential at regional to national scales. **Fields Crops Research**, Amsterdam, v.143, n.1, p.34-43, 2013.
- YADAV, S.K.; TIWARI, Y.K.; KUMAR, D.P.; SHANKER, A.K.; LAKSHMI, N.J.; VANAJA, M.; MAHESWARI, M. Genotypic variation in physiological traits under high temperature stress in maize. **Agricultural Research**, Nova Deli, v.5, n.2, p.119-126, 2016.