

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

TATIANE FREITAS HORTA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO PARA EFICIÊNCIA NA
UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2017

TATIANE FREITAS HORTA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO PARA EFICIÊNCIA NA
UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

Orientador: Rodrigo Oliveira de Lima

Coorientadores: Leandro Tonello Zuffo

Mateus Cupertino Rodrigues

VIÇOSA – MINAS GERAIS

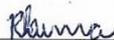
2017

TATIANE FREITAS HORTA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO PARA EFICIÊNCIA NA
UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: trabalho científico.**

APROVADO: 05 de Julho de 2017



Prof. Rodrigo Oliveira de Lima
(orientador)
(UFV)

RESUMO

TRINDADE, Tatiane Freitas Horta., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2017.
Avaliação de híbridos comerciais de milho para eficiência na utilização de nitrogênio.

Orientador: Rodrigo Oliveira de Lima. Coorientadores: Leandro Tonello Zuffo e Mateus Cupertino Rodrigues.

O milho é um cereal amplamente cultivado no mundo e se caracteriza pelas suas diversas formas de utilização. Na safra 2015/2016 a produção brasileira foi de aproximadamente 67 milhões de toneladas com uma área plantada de 15,9 milhões de hectares. Estima-se que dessa área total, 98% seja cultivada com híbridos. O nitrogênio (N) é o nutriente consumido em maior quantidade pela planta de milho. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar híbridos comerciais de milho tropical para eficiência de utilização e remobilização de N em contrastantes doses de N. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Coimbra, Coimbra-MG, na safra 2015/2016. Foram avaliados 87 híbridos comerciais de milho em dois experimentos independentes, sendo um com adubação nitrogenada normal (198 kg ha^{-1} de N) e o outro com baixo suprimento de N (18 kg ha^{-1} de N). As adubações com os outros nutrientes, assim como todos os tratos culturais, foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída de duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,80 m. Foram avaliados os seguintes caracteres: índice de esverdeamento foliar que se correlaciona ao teor de clorofila (SPAD), absorção pós-antese (NPA), N remobilizado, eficiência de remobilização de N, eficiência na utilização de N (EUtN), índice de colheita de N (ICN) e produtividade de grãos. Comprovou-se variabilidade genética entre os híbridos comerciais de milho para caracteres relacionados à utilização de N. Houve efeito significativo para EUtN nos ambientes de alto N e baixo N. Os híbridos mais produtivos em alto N foram BM709PRO2, P3456H e BM3063PRO2. Os híbridos mais produtivos em baixo N foram BM709PRO2, RB9004PRO e BM3061. Em geral, a diferença de dose de N no solo influenciou o desempenho dos caracteres, diminuindo as médias, mas, para EUtN, NPA e ICN observou-se maiores médias no ambiente de baixo N.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; produtividade de grãos; eficiência de uso.

Sumário

1. Introdução.....	6
2. Material e Métodos.....	10
3. Resultados e Discussão.....	13
4. Conclusão.....	22
5. Referências.....	23
6. Anexos.....	29

1. Introdução

O milho (*Zea mays L.*) é um cereal que pertence à família Poaceae, tribo Maydeae e gênero *Zea*. Aproximadamente 80% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, na forma de farelo, ração ou silagem (SOUZA e BRAGA, 2004), o restante é destinado ao consumo humano direto, alimentos derivados, até a indústria de alta tecnologia, onde é aplicado como matéria prima na fabricação de produtos químicos, embalagens biodegradáveis, etanol e diversos outros produtos. Esse cereal participa como matéria prima de cerca de 600 produtos (PINAZZA, 1993). O grão de milho apresenta composição média em base seca de 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de óleo, e, conseqüentemente, ele é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal (PAES, 2008).

O Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China. Estima-se que, em 2017, a safra mundial de milho seja de 1.053,8 bilhões de toneladas, o que a posiciona como a cultura com o maior volume de produção no mundo (USDA, 2017). Os Estados Unidos e a China produziram 345,5 e 224,6 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2017). Na safra de 2016/2017, foi plantado no país 15,9 milhões de hectares com milho e foram produzidos 93,84 milhões de toneladas de grãos desse cereal, sendo 30,31 e 63,53 milhões de toneladas produzidos na primeira e na segunda safra, respectivamente (CONAB, 2017). A produtividade de milho alcançou 4,81 t ha⁻¹ na safra 2015/2016, e atingiu 5,49 t ha⁻¹ na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). O aumento da produtividade foi um dos principais fatores responsáveis pelo aumento na produção brasileira de milho com o passar dos anos. O uso de híbridos com maior resposta ao uso de tecnologias e mais tolerantes ao aumento da população de plantas, a introdução de cultivares transgênicos e aumento na dose de nitrogênio (N) aliada a níveis equilibrados de outros nutrientes, foram as principais práticas adotadas pelos produtores de milho, responsáveis pelo aumento da produtividade de grãos desse cereal (PEIXOTO, 2014).

O N é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição de diversas biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN & LEA, 1976; HARPER, 1994). Dentre os nutrientes essenciais, o N é o absorvido em maior quantidade pelo milho (CANTARELLA e DUARTE, 2004), principalmente quando se deseja alcançar altas produtividades de grãos, pois, para cada 60 kg ha⁻¹ de grãos produzidos, é necessário 1 kg ha⁻¹ de N (VERGUTZ e NOVAIS, 2015). Esse nutriente é absorvido desde os estádios iniciais de desenvolvimento até perto da maturação

fisiológica da planta de milho (RITCHIE et al., 2003). Sua disponibilidade afeta diretamente a taxa de fotossíntese, área foliar, crescimento do sistema radicular, tamanho de espigas, número, massa e a sanidade de grão (PIONEER, 1995). Por ser um nutriente móvel na planta, o sintoma de deficiência de N inicia-se nas folhas mais velhas, em que se visualiza um amarelecimento em forma de “V” invertido ao longo da nervura principal que se inicia na ponta da folha e se estende até o meio, evoluindo para estado de necrose, e em alguns casos, podem-se observar deformações na ponta das espigas (MALAVOLTA et al., 1997; DURÃES et al., 2004).

Menos de 50% do N aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. O N é perdido principalmente pela lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N_2 , N_2O e outros óxidos de N (ANGHINONI, 1986). O uso adequado da adubação nitrogenada para complementar a quantidade suprida pelo solo aperfeiçoa o potencial produtivo. No Brasil, grande parte da produção de milho é realizada por pequenos e médios agricultores e com algum tipo de estresse ambiental (MACHADO et al., 1998). Os fertilizantes nitrogenados correspondem a aproximadamente 40% do custo total de produção da cultura (MACHADO, 1997). Devido os altos preços e ao baixo poder de compra dos agricultores nos países em desenvolvimento, a maior parte das lavouras de milho são conduzidas em condições de deficiência de N (BANZIGER et al., 1997), visto que a maioria desses solos apresentam baixa fertilidade natural (CANTARELLA e DUARTE, 2004). Além disso, o seu uso de modo indiscriminado é uma das maiores fontes de poluição ambiental dos sistemas agrícolas (RUTTAN, 1991). O acúmulo de nitrato acarreta sérios problemas, como a contaminação de lençóis freáticos e eutrofização da água.

A eficiência no uso de N (EUN) é definida como a razão entre a produtividade de grãos ou peso de parte aérea da planta seca por unidade de N disponível à planta no solo (MOLL et al., 1982). Ela é composta pela eficiência na absorção de N (EAbN), que é a capacidade da planta em absorver N disponível do solo, e pela eficiência de utilização de N (EUtN), que é a capacidade da planta de produzir grãos ou matéria seca por unidade de nutriente absorvido. Em adição, a eficiência de remobilização do N (ERN) representa a capacidade das plantas em translocar o N após a antese da parte vegetativa para os grãos. No entanto, estudos tem demonstrado que cultivares de milho mais eficientes em utilizar o N absorvido são mais eficientes no uso desse e, portanto, eles são mais tolerantes a escassez desse nutriente no solo. Rodrigues (2015) avaliou 64 linhagens de milho tropical para

componentes da eficiência de N em condições contrastantes de N no solo e encontrou que a EUtN contribuiu com mais de 75% da variação na EUN.

Justifica-se o grande número de estudos que objetivam o desenvolvimento de cultivares de milho com maior capacidade de aproveitamento do N aplicado via fertilização. Cultivares mais eficientes no uso de N podem ser obtidas através do melhoramento genético para EAbN e/ou na EUtN (HIREL et al., 2001; GALLAIS e HIREL, 2006; SOUZA et al., 2008), em que essa é uma forma de reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados nas áreas de baixa fertilidade. Em baixa disponibilidade de N, a variação na eficiência de utilização deste nutriente contribui mais para a EUN do que a variação na EAbN (MOLL et al., 1982). Cultivares mais tolerantes ao estresse de N são superiores na utilização do N disponível devido a melhor capacidade de absorver e utilizar esse nutriente para produzir grãos (LAFFITTE e EDMEADES, 1994). Porém, em alto N verifica-se o contrário, em que a contribuição da eficiência na absorção é mais importante do que a eficiência na utilização para EUN (GALLAIS e COQUE, 2005). Entretanto, a EUtN pode diminuir com o aumento das doses aplicadas, pois o suprimento de N pode exceder as necessidades da cultura (FERNANDES et al., 2005).

A capacidade da planta remobilizar N acumulado na parte vegetativa para os grãos é um fator muito relevante para EUtN na cultura do milho. Estima-se que em torno de 50% do N do grão são provenientes da remobilização de N acumulado na parte vegetativa da planta (HIREL et al., 2001; COQUE e GALLAIS, 2007). Diferentes estudos têm exposto que há enorme variabilidade genética para ERN entre os cultivares modernos de milho (MASCLAUX-DAUBRESSE et al., 2010). Cultivares de milho mais eficientes na remobilização de N são eficientes na utilização de N e, conseqüentemente, mais produtivos, principalmente em condições de baixa disponibilidade de N no solo (GALLAIS e COQUE, 2005).

O progresso na seleção para EUN se torna dificultado devido ao efeito da interação genótipo x ambiente, além do baixo coeficiente de herdabilidade obtido para produção de grãos sobre condição de estresse devido à natureza quantitativa dessa variável e o pronunciado efeito ambiental. Em solos pobres em N, os ganhos com seleção direta para EUN são pequenos em decorrência da baixa herdabilidade para esses caracteres nesses ambientes (BANZIGER et al., 2004). Uma alternativa que pode ser empregada nesta situação é a utilização de caracteres secundários para auxiliar no processo seletivo, procedendo-se seleção indireta ou a composição de índices (MIRANDA et al., 2005). Para um caractere ser utilizado

no processo seletivo como ideal, ele deve estar correlacionado geneticamente com o caráter principal, apresentar alta herdabilidade, ter alta variabilidade genética, ser de fácil e rápida mensuração e estável durante o período de avaliação (FALCONER e MACKAY, 1996; O'NEILL et al., 2006). Estabelecer estratégias de melhoramento que visem avaliação de caracteres correlacionados com produtividade sem que seja necessário obter os dados de produtividade de grãos, é uma maneira de fazer seleção precoce, assim diminuiria o tempo e demandaria menor alocação de recursos e mão de obra.

O mercado brasileiro apresenta um elevado número de cultivares comerciais de milho com ampla diversidade genética. Na safra 2016/2017 foram disponibilizados 315 cultivares de milho aos agricultores brasileiros, dos quais 214 são cultivares transgênicas e 101 são cultivares convencionais. De todos os cultivares de milho ofertados no mercado na safra 2016/2017, 70,78% são híbridos simples, 17,45% são híbridos triplos, 6,03% são híbridos duplos e 5,07% variedades de polinização aberta (EMBRAPA, 2017).

Os híbridos disponíveis no mercado podem apresentar comportamento variável frente às diferenças de N no solo, visto que a maioria dos cultivares de milho são desenvolvidos por empresas multinacionais de sementes que visam ambientes ótimos de cultivo com elevada aplicação de fertilizantes, principalmente nitrogenados. Esta condição foge da realidade de grande parte dos agricultores brasileiros, e os híbridos podem se comportar de diferentes maneiras de acordo com a disponibilidade de N no solo, assim, pode-se verificar a presença de interação híbridos x níveis de N. Portanto, é nítida a necessidade da avaliação de cultivares de milho tropical mais eficientes no uso de N. Além disso, é necessário conhecer a associação entre caracteres secundários e EUN, com o propósito de maximizar os ganhos de seleção e obter populações segregantes para estudos de herança de caracteres relacionados à eficiência no uso de N (RODRIGUES, 2015).

Diante disso, os objetivos desse trabalho foram: i) avaliar híbridos comerciais de milho tropical para eficiência de utilização de N em condições contrastantes de N no solo e; ii) avaliar híbridos comerciais de milho tropical para eficiência remobilização de N em condições contrastantes de N no solo.

2. Material e Métodos

2.1. Material Genético

Foram utilizados 87 híbridos comerciais de milho disponibilizados no mercado por 16 empresas diferentes. Os híbridos diferem quanto ao tipo, origem, ciclo, e textura do grão. Dentre os materiais, 58 (64%) são híbridos simples, 7 (8%) híbridos simples modificados, 13 (15%) híbridos triplos, 1 (1%) híbrido triplo modificado e 8 (9%) híbridos duplos. Em relação ao ciclo, 17 (20%) superprecoce, 62 (71%) precoce, 3 (3%) semiprecoce e 2 (2%) normal. Quanto ao tipo de grão, 9 (10%) dentado, 21 (24%) semidentado, 42 (48%) semiduro e 13 (15%) duro (Anexo 1).

2.2. Execução Experimental

Os 87 híbridos comerciais de milho foram avaliados na Estação Experimental de Coimbra, Coimbra, MG (20°50'30"S, 42° 48'30"W, altitude de 720 m), pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, na safra 2015/2016. A semeadura do experimento foi realizada na primeira quinzena de novembro de 2015. Foram realizados dois experimentos, um sem adubação nitrogenada em cobertura (-N) e outro com adubação nitrogenada em cobertura (+N). Cada experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída de duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,80 m, com área útil de 6,4 m². Foi realizado o desbaste, 25 dias após a semeadura, com objetivo de obter uma população final de 62.500 plantas ha⁻¹.

A adubação de plantio foi feita conforme as recomendações técnicas para cultura do milho (ALVES et al., 1999) e com base na análise química do solo, apresentada no quadro 1. No ambiente de alto N, foi aplicado no plantio, 186 kg ha⁻¹ de MAP (Mono-Amônio-Fosfato, que contem 50% de P₂O₅ e 10% de N) no sulco, e 100 kg ha⁻¹ de KCl (Cloreto de Potássio, que contém 60% K₂O) ao lado do sulco de plantio após a semeadura. Também foram realizadas duas adubações de cobertura à base de N, a primeira no estágio de quatro folhas completamente desenvolvidas (V4) e a segunda no estágio de sete folhas completamente desenvolvidas (V7). Sendo aplicado 177 kg ha⁻¹ de ureia em cada estágio, somando 180 kg ha⁻¹ de N total (plantio + cobertura). No experimento de baixo N, foi aplicado 186 kg ha⁻¹ de MAP e 100 kg ha⁻¹ de KCl, sem complementação de adubação nitrogenada em cobertura. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho (GALVÃO et al., 2015).

Quadro 1 - Resultado das análises químicas do solo dos experimentos, no ambiente de baixa (-N) e alta (+N) dose de N, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade

Dose	pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P	MO	SB	CTC	V
	-	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		dag kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³		%
+ N	5,2	3,80	0,0	2,4	1,3	135	26,1	3,35	4,05	7,85	52
- N	5,4	3,80	0,0	2,5	1,2	101	13,3	2,98	3,96	7,76	51

2.2. Caracteres Avaliados

Foram avaliados: índice de esverdeamento foliar que se correlaciona ao teor de clorofila (SPAD), mensurado na folha da espiga 15 dias após o florescimento feminino com auxílio do equipamento SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) em quatro plantas competitivas da parcela; produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), estimada pela colheita manual de todas as espigas da parcela. No galpão, foram feitas a debulha das espigas em debulhador elétrico e, logo após, a pesagem dos grãos e medição da umidade. Os dados foram expressos em kg ha⁻¹ e corrigidos para 14,5% de umidade.

Foram avaliados, também, o florescimento feminino (FF) e o florescimento masculino (FM). Esta avaliação foi realizada em dias, contados do plantio até o florescimento, pela observação visual da liberação de estilo-estigmas (flores femininas) e da liberação do grão de pólen no pendão (flores masculinas). Para FM, a parcela foi considerada florescida quando 50% das plantas estavam liberando grãos de pólen em pelo menos 50% do pendão. No caso do FF, foi considerado quando 50% das plantas estavam liberando estilo-estigma (pelo menos um cm de estilo-estigmas). Na ocasião do FF, quatro plantas inteiras foram amostradas de cada parcela. As plantas foram cortadas rentes ao solo e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a 70° C até atingir massa constante (72 horas). Após a secagem, elas foram pesadas e moídas para análise de teor de N. Na maturação fisiológica, mais quatro plantas inteiras com suas respectivas espigas foram novamente amostradas de cada parcela. Depois da remoção dos grãos (planta + palha da espiga + sabugo), as plantas e os grãos foram pesados e ambos foram colocados para secar em estufa com circulação de ar forçado a 70° C por 72 horas. Depois disso, as plantas e os grãos foram moídos separadamente para determinação de teor de N. No FF, a biomassa de planta (g planta⁻¹) foi calculada pela razão do peso das plantas secas dividido por quatro e, na maturação fisiológica, a biomassa de planta total (g planta⁻¹) foi calculada da média da soma do peso de espigas e palha. A acumulação de biomassa (g planta⁻¹) foi calculada pela subtração de biomassa de planta no FF da biomassa total de planta na colheita. Amostras individuais de grãos e de planta (sem grãos) foram

moídas em moinho do tipo Willey e armazenadas para posterior determinação do teor de N. Posteriormente, subamostras de grãos e de plantas foram coletadas para determinação do teor de N total (dag kg⁻¹), determinado pelo método Kjeldahl, descrito por Bremmer e Mulvaney (1982). O conteúdo de N (g planta⁻¹) na planta no florescimento foi calculado pela multiplicação da concentração de N pelo peso de planta seca (biomassa). O conteúdo de N (g planta⁻¹) na colheita foi calculado pela multiplicação da concentração de N nas amostras de grãos e plantas pelos seus respectivos pesos secos e a soma desses. Após isso, os seguintes índices de N foram obtidos (MOLL, 1982; COQUE e GALLAIS, 2007): $EUtN = \frac{PG}{NBT}$, $ICN = \frac{NBG}{NBT}$, $NPA = \frac{NBT-NBF}{NBT} \times 100$, $Nrem = NBF - NBC$, $ERN = \frac{Nrem}{NBF} \times 1000$, em que: EUtN: eficiência de utilização de N (kg kg⁻¹); ICN: índice de colheita do N; NPA: absorção de N pós-antese (%); Nrem: quantidade de N remobilizado (kg kg⁻¹); ERN: eficiência de remobilização de N (%); PG: produtividade de grãos (kg ha⁻¹); NBC: quantidade de N na biomassa na colheita (kg ha⁻¹); NBG: quantidade de N nos grãos (kg ha⁻¹); NBT: quantidade de N na biomassa total (palha + grão); NBF: quantidade de N da biomassa até florescimento (kg ha⁻¹).

2.3. Análises Genético-Estatísticas

Após coletar todos os dados fenotípicos, foi realizada uma análise de variância para cada caractere em cada experimento, baixo N e alto N, para avaliar a existência de variabilidade genotípica entre os híbridos de milho. As análises individuais foram realizadas segundo o modelo estatístico: $y_{ik} = \mu + g_i + b_k + e_{ik}$, em que: y_{ik} : o valor observado obtido do i-ésimo híbrido avaliado no k-ésimo bloco; μ : média geral; g_i : o efeito do i-ésimo híbrido ($i = 1, 2, \dots, 87$); b_k : o efeito do k-ésimo bloco ($k = 1, 2, 3$); e_{ik} : o erro aleatório associado à observação y_{ik} .

Posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta com a finalidade de verificar a interação híbridos x doses de N. O efeito de dose de N foi considerado fixo, e o efeito de híbrido foi considerado aleatório. Para análise conjunta, foi considerado o seguinte modelo estatístico: $y_{ijk} = \mu + g_i + a_j + ga_{ij} + b/a_{jk} + e_{ijk}$, em que: y_{ijk} : o valor observado obtido do i-ésimo híbrido avaliado na j-ésima dose no k-ésimo bloco; μ : média geral; g_i : o efeito do i-ésimo híbrido ($i = 1, 2, \dots, 87$); a_j : o efeito da j-ésima dose de N ($j = 1, 2$); ga_{ij} : o efeito da interação do i-ésimo híbrido com a j-ésima dose de N; b/a_{jk} : o efeito do

k-ésimo bloco dentro da j-ésima dose de N; e_{ijk} : o erro experimental médio associado à observação y_{ijk} .

E a partir da análise de variância, estimaram-se os componentes de variância: a variância fenotípica (σ_p^2), genotípica (σ_g^2) e ambiental (σ^2) de acordo com as esperanças de quadrados médios (Tabela 1). Assim, a variância genética (σ_g^2) foi estimada a partir do seguinte estimador: $\hat{\sigma}_g^2 = \frac{QMT-QMR}{r}$, em que: $\hat{\sigma}_g^2$ corresponde à estimativa da variância genotípica; QMT corresponde ao quadrado médio dos tratamentos; QMR corresponde ao quadrado médio do resíduo; e r corresponde ao número de repetições.

A variância fenotípica (σ_p^2) foi estimada a partir da seguinte expressão:

$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{QMT}{r}$, em que: $\hat{\sigma}_p^2$ corresponde à estimativa variância fenotípica; QMT corresponde ao quadrado médio dos tratamentos; e r corresponde ao número de repetições.

Tabela 1 - Esquema de análise de variância para experimentos em blocos ao acaso

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	(b-1)	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Tratamentos	(g-1)	QMT	σ^2
Resíduo	(b-1)(g-1)	QMR	$\sigma^2 + b\sigma_g^2$

Além desses parâmetros, foi estimado o coeficiente de variação (CV%):

$CV\% = \frac{\sqrt{QMR}}{m} \times 100$, em que: CV% é o coeficiente de variação experimental; \sqrt{QMR} é desvio-padrão residual; e m é a média geral do experimento (SCAPIM et al., 1995).

Os coeficientes de variação genotípico ($\widehat{CV}_g\%$) e variação experimental ($\widehat{CV}_e\%$), com base nos seguintes estimadores: $\widehat{CV}_g\% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{m} \times 100$, $\widehat{CV}_e\% = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{m} \times 100$.

E a herdabilidade foi estimada pelo seguinte estimador (KEARSEY; POONI, 1996):

$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_p^2}$, em que: \hat{h}^2 é a estimativa da herdabilidade; $\hat{\sigma}_g^2$ é a estimativa da variância genotípica; e $\hat{\sigma}_p^2$ é a estimativa da variância fenotípica.

Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes (CRUZ, 2013).

3. Resultados e Discussão

Estimativas de Parâmetros Genéticos

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) para fonte de variação híbridos avaliados para a maioria dos caracteres, em alto e baixo N. Para ICN e Nrem, em alto N, e ERN, em baixo N,

o efeito constatado foi ao nível de 5%. Para EUtN, em baixo N o efeito constatado foi ao nível de 10%, e não foi constatado efeito significativo para ERN em alto N (Tabela 2). Desse modo, é possível constatar que há variabilidade genotípica entre os híbridos comerciais para maioria dos componentes da EUN em ambas as condições de N no solo. Sendo viável selecionar híbridos de milho com maior EUtN entre os 87 híbridos avaliados. Rodrigues (2015) avaliou 64 linhagens endogâmicas de milho tropical em ambiente de baixo e alto suprimento de N (30 kg e 180 kg ha⁻¹, respectivamente) e encontrou variabilidade genética para caracteres avaliados relacionados à EUN. Beche et al. (2014) avaliaram 10 cultivares de trigo, lançadas entre 1940 e 2009, no qual foram submetidas a quatro doses de adubação nitrogenada (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) e encontraram efeito significativo para todos os componentes da EUN ao nível de 1%, em ambiente com alto N. De acordo com Huber et al. (1994), quatro fatores determinam a resposta da produtividade em milho à disponibilidade de N: absorção pelas raízes; capacidade da planta armazenar N; eficiência da planta remobilizar N da parte vegetativa para grãos e dinâmica e força da absorção do grão. Almeida (2016) avaliou gerações obtidas a partir do cruzamento de duas linhagens de milho-pipoca contrastantes para os caracteres relacionados com a EUN, e encontrou resultado semelhante para EUtN, no qual não foi verificada diferença significativa entre as gerações ao nível de 5%. De acordo com Daubresse et al. (2010), absorção e utilização de N são processos complexos e muito influenciados por fatores externos e internos. Neste sentido, os produtos provenientes da fotossíntese, como a sacarose, podem exercer funções regulatórias, que contribuem para o aumento da absorção de N, mesmo em baixa disponibilidade de N.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os caracteres: teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUn, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) e produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) avaliados em 87 híbridos comerciais de milho, em alto e baixo N, na safra 2015/2016

FV	GL	Quadrado médio						
		SPAD	EUn (kg kg ⁻¹)	NPA (%)	ICN	ERN (%)	Nrem (kg kg ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)
Alto N								
Blocos	2	54,40***	11,71***	209,75***	0,014**	1170,68 ^{ns}	2546,76**	314658,65***
Tratamentos	86	32,70***	74,72***	191,21***	0,004**	556,82 ^{ns}	891,03**	4607579,36***
Resíduo	172	9,47	30,00	101,74	0,003	454,75	594,41	600427,22
Baixo N								
Blocos	2	190,37***	78,92*	74,42***	0,001***	353,41**	378,85***	2504892,11***
Tratamentos	86	39,96***	110,88*	178,34***	0,004***	911,97**	505,15***	2727235,29***
Resíduo	172	23,22	84,72	100,48	0,002	653,79	322,94	1117552,46

***, **, *, ns significativo a 1%, 5% e a 10% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Em relação à precisão experimental, a estimativa do coeficiente de variação nesse experimento variou no ambiente de alto N de 5,41 a 62,60 e no ambiente de baixo N de 5,89 a 78,79 (Tabela 3). Em estudos de melhoramento de plantas para estresse de baixo N é normal à obtenção de CV's mais elevados do que para ambientes sem estresse, pois sob estresse as médias geralmente são menores e os quadrados médios dos resíduos são maiores (SOARES et al., 2011). Os caracteres ERN e Nrem obtiveram as maiores estimativas de CV, porém estão dentro das estimativa encontradas em trabalhos semelhantes (ABE et al., 2012; WORKU et al., 2007; BARBIERI et al., 2008), o que indica boa precisão experimental, segundo Scapim et al. (1995), que recomendaram uma classificação específica do CV para alguns caracteres na cultura do milho.

Tabela 3 – Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres: teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) e produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) avaliados em 87 híbridos comerciais de milho, em alto suprimento de N, na safra 2015/2016

Parâmetro	Alto N						
	SPAD	EUtN (kg kg ⁻¹)	NPA (%)	ICN	ERN (%)	Nrem (kg kg ⁻¹)	PG (kg ha ⁻¹)
$\hat{\sigma}_p^2$	10,90	24,91	63,74	0,0012	185,61	297,01	1535859,79
$\hat{\sigma}_g^2$	7,74	14,91	29,82	0,0003	34,02	98,87	1335717,38
σ^2	3,16	10,00	33,91	0,0009	151,58	198,14	200142,41
\hat{h}^2	71,03	59,85	46,79	27,23	18,33	33,29	86,97
Média	56,85	50,02	51,02	0,71	36,94	38,95	9939,14
CV%	5,41	10,95	19,77	7,30	57,73	62,60	7,80
$\widehat{CV}_g\%$	4,89	7,72	10,70	2,58	15,79	25,53	11,63
$\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$	0,90	0,70	0,54	0,35	0,27	0,41	1,49
Baixo N							
$\hat{\sigma}_p^2$	13,32	36,96	59,45	0,0013	303,99	168,38	909078,43
$\hat{\sigma}_g^2$	5,58	8,72	25,96	0,0007	86,06	60,73	536560,94
σ^2	7,74	28,24	33,49	0,0006	217,93	107,65	372517,49
$\hat{h}_{\%}^2$	41,89	23,59	43,66	53,14	28,31	36,07	59,02
Média	52,30	52,34	57,18	0,73	32,45	23,96	8414,70
CV%	9,21	17,59	17,53	5,89	78,79	74,99	12,56
$\widehat{CV}_g\%$	4,52	5,64	8,91	3,62	28,59	32,52	8,71
$\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$	0,49	0,32	0,51	0,61	0,36	0,43	0,69

$\hat{\sigma}_p^2$ variância fenotípica; $\hat{\sigma}_g^2$ variância genotípica; σ^2 variância ambiental; \hat{h}^2 herdabilidade; CV% coeficiente de variação; $\widehat{CV}_e\%$ coeficiente de variação experimental; $\widehat{CV}_g\%$ coeficiente de variação genotípico; $\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$ relação entre coeficiente de variação genotípico e experimental.

***, **, *, ns significativo a 1%, 5% e a 10% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

A razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental ($\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$), assim como a herdabilidade ($\hat{h}_{\%}^2$) estão relacionados com a influência do ambiente sobre o fenótipo (Tabela 3). A relação $\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$ foi menor que 1,00 em quase todos os

caracteres em alto e baixo N, com exceção para o caractere produtividade de grãos em alto suprimento de N, que foi de 1,49. Segundo Cruz et al. (2012), relação $\widehat{CV}_g/\widehat{CV}_e$ inferior a um demonstra maiores dificuldades com a seleção.

Para a maioria dos caracteres, em relação às estimativas de herdabilidade (\hat{h}^2), no geral foram maiores no ambiente de alto N do que em baixo N (Tabela 3). Sua estimativa variou de 18,33% a 86,97% em alto N, e de 23,59% e 59,02% em baixo N. DoVale et al. (2012) avaliaram 41 combinações híbridas em duas disponibilidades de N e encontraram resultados semelhantes para a maioria dos caracteres, as estimativas de média e \hat{h}^2 foram, em geral, menores em baixo N. A PG sofreu redução da \hat{h}^2 em baixo N quando comparado ao alto N em 32,14%. A redução da \hat{h}^2 para PG foi devido principalmente a uma diminuição mais acentuada na variância genotípica do que por um acréscimo na variância ambiental. Segundo Coque e Gallais (2006), em condições de estresse abiótico, há redução da variabilidade genética e, conseqüentemente, da herdabilidade, pois os genótipos tendem a apresentar desempenhos similares, o que dificulta a seleção. Com base nos resultados, é possível verificar que os híbridos apresentaram respostas semelhantes nos dois ambientes para caracteres de alta \hat{h}^2 , que não são muito influenciados por mudanças ambientais. Já para caracteres de baixa \hat{h}^2 , por serem influenciadas pelo ambiente, houve diminuição da sua intensidade entre os dois ambientes avaliados. Observa-se que ICN apresentou menor coeficiente de variação e maior herdabilidade em baixo N, ou seja, esse caractere é importante para a seleção de genótipos eficientes em N em ambiente de baixo N.

Quando se avalia um experimento em apenas um local, a variância genética está inflacionada pela interação genótipos x ambientes. Na análise conjunta, o componente da interação pode ser isolado (RAMALHO et al., 2000). Na interação híbridos (H) x níveis de N (N), obtida pela análise conjunta, houve alteração no comportamento relativo dos híbridos frente às diferenças de disponibilidade de N no solo. O caractere NPA foi altamente significativo para a interação ($P < 0,01$), e os caracteres EUtN e Nrem foram significativos a 10% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4). DoVale et al. (2012) encontraram resultados semelhantes, no qual a interação foi não significativas para EUtN, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F. Não houve interação H x N para os caracteres SPAD, ICN, ERN e PG. Conhecimentos sobre a significância da interação híbridos x níveis de N é de grande importância no melhoramento de milho, pois essas informações podem direcionar o melhorista na avaliação de híbridos nos dois níveis de N ou em apenas um, pois, na ausência da interação o genótipo selecionado como superior em um ambiente terá comportamento

semelhante em outro ambiente. Desta forma, como NPA, EUtN e Nrem foram significativos para a interação, a seleção de híbridos com base nesse caracteres devem ser realizadas em ambientes separados e não em função do comportamento médio, pois os alelos que controlam a expressão do caráter em baixo fornecimento de N são, pelo menos em parte, diferentes dos alelos que controlam o mesmo caráter em condição ideal de suplementação de N (GALLAIS et al., 2008; SOUZA et al., 2008). Para os caracteres que não foram significativos para interação híbridos x níveis de N, a seleção pode ser feita em apenas um ambiente ou a sua análise pode ser feita com base nas médias dos dois ambientes em estudo.

Verificou-se variação das médias dos caracteres avaliados entre os ambientes e foram, em geral, maiores em alto N. A EUtN e ERN não apresentaram diferença significativa entre ambientes (Tabela 4). Os valores médios de Nrem foram 38,95 e 23,96 kg kg⁻¹, em alto e baixo nível de N, respectivamente, e foi o caractere mais influenciado pela variação na adubação, com redução de 38,5% (Tabela 3). Para PG, os valores médios observados foram 9.939 kg ha⁻¹ e 8.414 kg ha⁻¹, em alto e baixo N, respectivamente. Logo, houve uma redução de 15,3% do alto N para o baixo N. Estes resultados sinalizam que os dois caracteres devem ser utilizados diretamente ou por meio de caracteres com alta correlação com os mesmos no melhoramento para EUN quando se deseja selecionar genótipos eficientes para os diferentes níveis de N. Rodrigues (2015) também observou a redução de aproximadamente 25,5% na PG em ambiente com baixo suplemento de N, quando comparado ao alto N. As médias dos caracteres NPA, EUtN e ICN foram maiores em baixo N em comparação com as média apresentadas em alto N, tendo aumento de 12,06, 4,62 e 3,27%, respectivamente. Isso sinaliza que a planta em condições ideais de N absorve maior quantidade de N antes do florescimento e maior quantidade desse N fica na palha, o que é chamado de consumo de luxo, no qual haverá consumo acima das necessidades da planta. Entretanto, no ambiente de baixo N a NPA se torna importante para PG.

Tabela 4 - Resumo da análise conjunta para os caracteres: teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) e produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) avaliados em 87 híbridos comerciais de milho, na safra 2015/2016

Caracteres	Conjunta					
	Média	CV%	h ₀ ²	Híbridos	N	H x N
SPAD	54,58	7,41	71,18	***	***	ns
EUtN (kg kg ⁻¹)	51,18	14,80	48,16	**	ns	*
NPA (%)	54,10	18,59	52,68	*	***	***
ICN	0,72	6,61	63,09	***	**	ns
ERN (%)	34,70	67,85	36,87	**	ns	ns
Nrem (kg kg ⁻¹)	31,46	68,09	44,30	**	***	*
PG (kg ha ⁻¹)	9176,92	10,10	86,45	***	***	ns

***, **, *, ns significativo a 1%, 5% e a 10% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Nos 10 híbridos comerciais superiores para PG, no experimento +N, observa-se que esses se destacaram, a maioria acima da média, para EUtN, ICN, ERN, e Nrem e o inverso para NPA (Tabela 5). Esse resultado indica que é importante para PG os híbridos que remobilizam maior quantidade do N da planta para o grão e os que são mais eficientes no repasse do N da planta para o grão, ou seja, eficientes em utilizar o N. O híbrido BM709PRO2, foi superior aos demais para PG e Nrem, com médias de 12.889 kg ha⁻¹ e 88,04 kg kg⁻¹, respectivamente, posicionou na 5ª colocação para ERN (57,26%), na colocação 17ª para EUtN (59,97 kg kg⁻¹), 31ª para ICN (0,726), 36ª para SPAD (57,60) e foi um dos piores para NPA (34,90%), na posição 85. Coque e Gallais (2008) mencionaram que híbridos com produtividades superiores têm alta capacidade de absorver e estocar N na biomassa ou alta remobilização do N da palha para o grão ou a combinação dos dois processos.

Ao comparar os 10 híbridos comerciais menos produtivos, obtém-se a mesma conclusão, sendo o híbrido 30A16PW o menos produtivo (6.725 kg ha⁻¹) e menor média para ERN (3,02%) e Nrem (1,83 kg kg⁻¹), e na colocação 85ª para EUtN (41,24 kg kg⁻¹), 64ª para ICN (0,690), 59ª para SPAD (55,57) e sendo o que mais absorveu NPA (68,11%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativas de médias dos caracteres produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) dos 10 híbridos mais produtivos (Top10) e dos 10 menos produtivos e suas respectivas posições, em caracteres de eficiência N no ambiente +N

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	Nrem
BM709PRO2	12.889(1)	57,60(36)	54,97(17)	34,90(85)	0,726(31)	57,26(5)	88,04(1)
P3456H	12.100(2)	58,77(27)	55,14(13)	49,57(53)	0,757(8)	51,45(13)	57,05(12)
BM3063PRO2	11.991(3)	54,60(68)	58,11(6)	50,75(48)	0,756(9)	49,68(15)	50,53(24)
RB9004PRO	11.931(4)	57,00(41)	50,52(41)	56,96(23)	0,702(54)	29,50(62)	31,06(58)
AS1656PRO3	11.669(5)	56,37(48)	55,08(15)	50,00(50)	0,748(13)	49,57(16)	52,17(20)
HL1412	11.539(6)	57,80(33)	51,98(26)	54,97(31)	0,727(30)	38,44(42)	39,33(41)
P3779H	11.525(7)	56,27(49)	53,79(21)	49,74(52)	0,740(21)	47,96(20)	51,97(21)
AG8690PRO3	11.505(8)	53,73(76)	50,73(39)	52,67(40)	0,748(14)	38,69(40)	46,71(30)
DKB390PRO2	11.486(9)	58,87(25)	58,38(5)	45,83(63)	0,747(15)	53,03(9)	56,76(14)
AG8677PRO2	11.459(10)	55,50(61)	47,79(59)	52,71(39)	0,747(17)	44,93(29)	51,21(23)
22S18TOP	8.383(78)	55,50(62)	49,54(46)	50,87(47)	0,717(38)	42,60(35)	36,64(49)
22M12VIP	8.172(79)	54,17(72)	45,75(73)	58,65(18)	0,682(71)	12,57(83)	10,02(82)
2B710PW	8.166(80)	52,33(78)	51,25(33)	60,77(9)	0,734(25)	31,01(59)	20,02(74)
SHS7090	8.113(81)	61,97(3)	46,72(70)	41,12(79)	0,661(79)	40,95(37)	41,83(38)
AG7098PRO2	8.034(82)	52,33(79)	42,14(82)	55,47(30)	0,656(80)	13,66(82)	17,01(80)
BRS1010	8.014(83)	54,43(70)	36,88(87)	61,36(7)	0,642(84)	5,10(85)	7,02(85)
2B587PW	7.467(84)	65,21(1)	43,43(77)	62,51(6)	0,782(1)	41,43(36)	27,37(67)
DKB290PRO3	7.306(85)	56,23(51)	43,07(80)	53,36(35)	0,664(78)	20,88(77)	19,95(75)
2B633PW	6.929(86)	61,77(4)	42,94(81)	63,91(3)	0,678(74)	3,72(86)	3,84(86)
30A16PW	6.725(87)	55,57(59)	41,24(85)	68,11(1)	0,690(64)	3,02(87)	1,83(87)
Média geral	9.939	56,85	50,02	51,02	0,711	36,94	38,95

No experimento de -N, os 10 híbridos mais produtivos também obtiveram os maiores valores para Nrem, SPAD e NPA (Tabela 6). O híbrido mais produtivo foi o mesmo do experimento +N, BM709PRO2, com produtividade de 10.600 kg ha⁻¹, mas diferentemente não ficou entre os melhores para os outros caracteres, ocupando a colocação 20^o para NPA (63,37%), 65^o para EUtN (48,08 kg kg⁻¹), 69^o para SPAD (49,53), 75^o para Nrem (11,73 kg kg⁻¹), 76^o para ICN (0,693) e posição 78 para ERN (13,43%). Isso demonstra que em baixo suprimento de N o híbrido utilizou da absorção e estoque de N na biomassa para obter alta produtividade. O híbrido menos produtivo foi o 2B633PW, com PG 5.731 kg ha⁻¹, ocupando a 7^o colocação para NPA (65,49%), 9^o para SPAD (56,67), 40^o pra ICN (0,745), 52^o para EUtN (50,39 kg kg⁻¹), 62^o para ERN (23,89%) e a posição 77 para Nrem (9,73 kg kg⁻¹).

Tabela 6 - Estimativas de médias dos caracteres produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) dos 10 híbridos mais produtivos (Top10) e dos 10 menos produtivos e suas respectivas posições, em caracteres de eficiência N no ambiente -N

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	Nrem
BM709PRO2	10.600(1)	49,53(69)	48,08(65)	63,37(20)	0,693(76)	13,43(78)	11,73(75)
RB9004PRO	10.449(2)	55,77(12)	50,29(54)	64,79(11)	0,757(26)	27,79(57)	21,33(50)
BM3061	9.912(3)	52,77(45)	48,00(68)	61,29(31)	0,712(68)	20,77(65)	17,39(61)
P3456H	9.858(4)	54,33(29)	59,11(13)	50,26(69)	0,783(4)	54,24(9)	47,15(2)
P2830H	9.797(5)	57,13(7)	64,74(4)	46,05(78)	0,771(10)	55,38(5)	45,20(5)
DKB390PRO2	9.786(6)	51,30(54)	60,77(9)	47,10(75)	0,740(46)	50,77(12)	42,77(9)
P3844H	9.590(7)	53,90(36)	45,72(70)	62,67(25)	0,709(70)	19,70(68)	13,68(69)
GNZ9501PRO	9.536(8)	55,50(16)	50,05(59)	62,67(24)	0,765(16)	34,02(43)	25,00(38)
30F53YH	9.533(9)	57,93(3)	53,44(32)	60,44(33)	0,709(71)	26,46(59)	18,84(57)
BG7037H	9.488(10)	45,37(85)	49,42(58)	58,31(43)	0,761(23)	39,60(34)	33,07(23)
BRS1010	7.143(78)	55,17(20)	46,82(72)	48,26(72)	0,655(84)	27,02(58)	23,01(46)
DKB290PRO3	7.116(79)	53,23(41)	55,94(25)	44,75(83)	0,725(56)	47,56(18)	34,35(20)
XB9003BT	6.977(80)	52,87(44)	46,82(73)	65,02(9)	0,768(11)	10,29(80)	8,95(78)
SHS7090	6.709(81)	54,07(31)	49,35(59)	59,86(38)	0,711(69)	26,03(61)	15,87(64)
2B587PW	6.650(82)	59,37(1)	54,28(28)	58,10(44)	0,765(17)	43,65(28)	23,36(44)
BM810	6.470(83)	55,33(18)	42,20(84)	72,85(2)	0,715(64)	-19,95(86)	-4,24(86)
2B710PW	6.436(84)	49,20(70)	45,91(77)	63,53(19)	0,714(65)	10,49(79)	6,94(80)
AG7098PRO2	6.406(85)	53,67(39)	38,37(87)	63,12(21)	0,668(81)	-1,29(85)	0,73(83)
BM820	6.336(86)	47,82(77)	48,86(63)	47,39(74)	0,699(74)	41,38(31)	28,68(30)
2B633PW	5.731(87)	56,67(9)	50,39(52)	65,49(7)	0,745(40)	23,89(62)	9,73(77)
Média geral	8.415	52,30	52,34	57,18	0,734	32,45	23,96

4. Conclusão

Há variabilidade genotípica entre híbridos comerciais de milho para caracteres agronômicos e índices de eficiência de utilização de N.

Os híbridos de milho apresentam mecanismos diferentes para obter altos rendimentos de produtividade em cada um dos ambientes.

Em ambos os ambientes, o híbrido de milho BM709PRO2 se destaca como mais produtivo e pode ser recomendado para ambientes com alta e baixa disponibilidade de N no solo.

5. Referências Bibliográficas

ABE, A.; ADETIMIRIN, V. O.; MENKIR, A.; MOOSE, S. P.; OLANIYAN, A. B. (2012). Performance of tropical maize hybrids under conditions of low and optimum levels of nitrogen fertilizer application - grain yield, biomass production and nitrogen accumulation. *Maydica*, 58: 141-150.

ALMEIDA, V. C. (2016). Análise de média de gerações para caracteres de raiz e índices de eficiência de nitrogênio em milho-pipoca. Tese de mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R.; LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314-316.

ANGHINONI, I. (1986). Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B.M. *Adubação nitrogenada no Brasil*. Ilhéus : CEPLAC/SBCS. Cap.I. p.1-18.

BANZIGER, M.; BETRAN, F. J.; LAFFITE, H. R. (1997). Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Science*, v. 37, n. 04, p. 1103-1109.

BANZIGER, M.; SETIMELA, P. S.; HODSON, D.;VIVEK, B. (2004). Breeding for improved drought tolerance in maize adapted to southern Africa. *in* "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep - 1 Oct, Brisbane, Australia. Published on CDROM.

BARBIERI, P. A.; ECHEVERRÍA, H. E.; ROZAS, H. R. S.; ANDRADE, F. H. (2008). Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal*, 100: 1094-1100.

BECHE, E., BENIN, G., BORNHOFEN, E., DALLÓ, S. C., SASSI, L. H. E OLIVEIRA, R. (2014). Eficiência de uso de Nitrogênio em cultivares de trigo pioneiras e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49, 948-957. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-04X2014001200005>.

BREMMER, J. M.; MULVANEY, C. S. (1982). Nitrogen total. In: Page AL (ED.). Methods of soil analysis. 2 ed. Madison: Soil Science Society of America, Part 2, p. 595-624.

CANTARELLA, H., DUARTE, A.P. (2004). Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. (eds.) Tecnologias de produção do Milho. 20.ed. Viçosa:UFV, p. 139-82.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 4 - Safra 2016/17, n 9 - Nono levantamento, junho 2017.

COQUE, M; GALLAIS, A. (2007). Genetic variation for nitrogen remobilization and postsilking nitrogen uptake in maize recombinant inbred lines: heritabilities and correlations among traits. *Crop Science*, 47: 1787-1796.

CRUZ, C. D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*. V.35, n.3, p.271-276.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. 4. ed. Viçosa: Editora Ufv, 2012. 514 p.

DOVALE, J.C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; BERMUDEZ, F.; MIRANDA, G.V. (2012). Efeitos gênicos de caracteres associados á eficiência no uso de nitrogênio em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, p. 385-392.

DURÃES, F.O.M., MAGALHÃES, P.C., MARRIEL, I.E., GAMAS, E.E.G., CASELA, C.R., OLIVEIRA, A.C. DE, CANTÃO. F.R. (2004). Caracterização de genótipos para uso e eficiência de nitrogênio em milho e influência da adubação nitrogenada sobre a incidência e severidade da mancha foliar de *Phaeosphaeria maydis*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 53.

EMBRAPA. Cultivares de Milho Disponíveis no Mercado Brasileiro na Safra 2016/2017. Disponível: <http://www.apps.agr.br/upload/MercadoSementesMilhoBrasil%20.docx>. Acesso em: 02 de maio 2017.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. (1996). Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman Hallow, London.

- FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. (2005). Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, SETE LAGOAS, v. 4, n. 2, p. 195-204.
- GALLAIS, A.; COQUE, M. (2005). Genetic variation and selection for nitrogen use efficiency in maize: a synthesis. *Maydica*, 50: 531-547.
- GALLAIS, A.; COQUE, M.; BERTIN, P. (2008). Response to selection of maize population for adaptation to high or low nitrogen fertilization. *Maydica*, 53: 21-18.
- GALLAIS, A.; COQUE, M.; QUILLÉRÉ, I.; PRIOUL, J.; HIREL, B. (2006). Modelling postsilking nitrogen fluxes in maize (*Zea mays*) using ¹⁵N-labelling field experiments. *New Phytologist*, 172: 696-707.
- GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. (2015). Milho do plantio à colheita. Viçosa, MG Ed. UFV, 351 p.
- HARPER, J.E. (1994). Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., *et al.* Physiology and determination of crop yield. Madison : ASA/CSSA/SSSA. Chapt.11A. p.285-302.
- HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILLÉRÉ, I.; BOURDONCLE, W.; ATTAGNANT, C.; DELLAY, C.; GOUY, A.; CADIOU, S.; RETAILLIAU, C.; FALQUE, M.; GALLAIS, A. (2001). Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. *Plant Physiology*, 125: 1258-1270.
- HUBER, D. M.; TSAI, C. Y.; STROMBERGER, J. A. (1994). Interaction of K with N and their influence on growth and yield potential of maize. *Annual Corn and Sorghum Research Conference* 48: 165-176.
- KEARSEY, Michael J.; POONI, Harpal S.. *The Genetical Analysis of Quantitative Traits*. London: Chapman & Hall, 1996. 381 p.
- LAFFITTE, H. R.; EDMEADES, G. O. (1994). Improvements of tolerance to low soil nitrogen in tropical maize. I Selection criteria. *Field Crops Research* 39:1-14.
- MACHADO, A.T. (1997). Perspectiva do melhoramento genético em milho (*Zea mays* L.) visando eficiência na utilização do nitrogênio. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- MACHADO, A.T., MACHADO, C.T.T. & FURLANI, P.R. (1998). Avaliação e caracterização de variedades locais de milho para condições adversas de ambiente. *In* Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade (A.C. Soares, A.T. Machado, B. M. Silva & J.M. von der Weid, eds.). Rede Projetos Tecnologias Alternativas, Rio de Janeiro, p.151-178.
- MALAVOLTA E.; GITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 390p.
- MASCLAUX-DAUBRESSE, C.; DANIEL-VEDELE, F.; DECHORGNAT, J.; CHARDON, F.; GAUFICHON, L.; SUZUKI, A. (2010). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany*, 105: 1141-1157.
- MIFLIN, B.J., LEA, P.J. (1976). The pathway of nitrogen assimilation in plants. *Phytochemistry*, New York, v.15, p.873-885.
- MIRANDA, G. V.; GODOY, C. L.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C.; ECKERT, F. R.; SOUZA, L. V. (2005). Selection of discrepant maize genotypes for nitrogen use efficiency by a chlorophyll meter. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 5: 451-459.
- MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W. A. (1982). Analysis ad interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, 74: 562-564.
- O'NEILL, P. M.; SHANAHAN, J. F.; SCHEPERS, J. D. (2006). Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water condition. *Crop Science*, 46: 681-687.
- PAES, M.C.D. (2008). Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. In: “A cultura do milho”. Embrapa, Sete Lagoas, p.47-60.
- PEIXOTO C. B. (2014). O milho no Brasil, sua importância e evolução. Disponível: <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao> Acesso em: 17 de Maio de 2017.
- PINAZZA, L.A. (1993). Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: *Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade*. Editado por Leonardo Theodoro Büll & Heitor Cantarella. Piracicaba: POTAFOS. p. 1-10.

- PIONNER. Efeitos do nitrogênio: doses. Revista Área Polo, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 12-6, 1995.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA D. F.; OLIVEIRA, A. C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. Lavras: UFLA, 2000. 303p.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. (2003). Como a planta de milho se desenvolve. Arquivo do agrônomo - nº 15, informações agronômicas nº 103 – setembro.
- RODRIGUES, M. C. (2015). Avaliação de linhagens de milho tropical para eficiência no uso de nitrogênio. Tese de mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- RUTTAN, V.W. (1991). Constraints on sustainable growth in agricultural into 21st century. Outlook on Agriculture, Elmsford, 20: 225-234.
- SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. (1995). Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 30(5): 683-686.
- SOARES, M. O.; MIRANDA, G. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MARRIEL, I. E.; GUIMARÃES, C. T. (2011) Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 168-174, jan-mar.
- SOUZA, A. R. R., MIRANDA, G.V., PEREIRA, M.G., SOUZA, L.V., FERREIRA, P.L. (2008). Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. Revista Ceres, v. 55, p. 497-503.
- SOUZA, P.M., BRAGA, M.J. (2004). Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V. (eds.) Tecnologias de Produção do Milho. 20.ed. Viçosa:UFV, p. 13-53.
- USDA. United State Department of Agriculture. Safra Mundial de Milho 2016/17, 12º levantamento USDA da safra 2016/17 – Maio de 2017.
- VERGUTZ, L.; NOVAIS, R.F. (2015). Recomendação de corretivos e adubação. In: Milho “do plantio a colheita”. Editora UFV, Viçosa, p.108-136.

WORKU, M.; BANZIGER, M.; ERLEY, G. S. A.; FRIESEN, D.; DIALLO, A. O.; HORST, W. J. (2007). Nitrogen Uptake and Utilization in Contrasting Nitrogen Efficient Tropical Maize Hybrids. *Crop Science*, 47: 519-528.

6. Anexos

Anexo 1 - Características agrônômicas dos 87 híbridos comerciais de milho tropical avaliados em doses contrastantes de N na safra 2015/2016

Número	Híbrido	Tipo	Textura do grão	Ciclo	Empresa
1	AG4051PRO	HT	Dentado	SMP	Agrocerec
2	AG7098PRO2	HS	Semidentado	P	Agrocerec
3	AG8677PRO2	HS	Semidentado	P	Agrocerec
4	AG8690PRO3	HS	Semidentado	P	Agrocerec
5	AG8980PRO3	HS	Semidentado	P	Agrocerec
6	AS1573PRO	HSm	Semidentado	P	Agroeste
7	AS1581PRO	Hsm	Semiduro	P	Agroeste
8	AS1596PRO2	HS	Semidentado	P	Agroeste
9	AS1633PRO2	HS	Semiduro	P	Agroeste
10	AS1656PRO3	HS	Semiduro	P	Agroeste
11	BAL188	HT	Semiduro	SP	Balu
12	BAL280	HS	Duro	P	Balu
13	BAL761	HD	Duro	P	Balu
14	BM207	HD	Semiduro	P	Biomatrix
15	BM3061	HT	Dentado	P	Biomatrix
16	BM3063PRO2	HT	Dentado	P	Biomatrix
17	BM709PRO2	HS	Semidentado	SMP	Biomatrix
18	BM810	HS	Semiduro	P	Biomatrix
19	BM812PRO2	HSm	Semidentado	P	Biomatrix
20	BM820	HS	Duro	P	Biomatrix
21	BM840PRO	HS	Semiduro	P	Biomatrix
22	BM915PRO	HS	Semidentado	SP	Biomatrix
23	DKB177PRO3	HS	Semiduro	P	Dekalb
24	DKB230PRO3	HS	Semiduro	HP	Dekalb
25	DKB240PRO3	HS	Dentado	P	Dekalb
26	DKB290PRO3	HS	Dentado	SP	Dekalb
27	DKB330	HS	Semidentado	SP	Dekalb
28	DKB390PRO2	HS	Semiduro	P	Dekalb
29	2A401PW	HS	Semiduro	SP	Dow Agrosience
30	2A620PW	HS	Semiduro	P	Dow Agrosience
31	2B339PW	HT	Semidentado	P	Dow Agrosience
32	2B587PW	HS	Semidentado	P	Dow Agrosience
33	2B604PW	HSm	Semiduro	P	Dow Agrosience
34	2B610PW	HS	Semidentado	P	Dow Agrosience
35	2B633PW	HT	Semiduro	P	Dow Agrosience
36	2B647PW	HS	Semidentado	P	Dow Agrosience
37	2B655PW	HT	Semiduro	P	Dow Agrosience
38	2B688PW	HT	Semiduro	P	Dow Agrosience
39	2B710PW	HS	Semiduro	P	Dow Agrosience
40	2B810PW	HS	Semiduro	N	Dow Agrosience
41	30F53YH	HS	Semiduro	P	DuPont
42	BG7037H	HS	Semiduro	P	DuPont
43	BG7046H	HS	Semiduro	P	DuPont
44	BG7318YH	HS	Semiduro	SP	DuPont
45	P2830H	HS	Semiduro	SP	DuPont
46	P3456H	HS	Semidentado	P	Dupont
47	P3779H	HS	Semidentado	P	Dupont
48	P3844H	HS	Semiduro	P	DuPont
49	P3862H	HS	Semiduro	P	DuPont
50	BR206	HD	Semidentado	P	EMBRAPA
51	BRS1010	HS	Semiduro	P	EMBRAPA
52	BRS1060	HS	Semidentado	SMP	EMBRAPA
53	GNZ2005YG	HTm	Semiduro	SP	Geneze
54	GNZ7201	HS	Semidentado	P	Geneze
55	GNZ7280	HS	Semiduro	P	Geneze

Anexo 1 – Continuação

Número	Híbrido	Tipo	Textura do grão	Ciclo	Empresa
56	GNZ9501PRO	HS	Semiduro	P	Geneze
57	GNZ9505PRO	HS	Semidentado	SP	Geneze
58	GNZ9626PRO	HS	Semi Duro	P	Geneze
59	LG6033PRO2	HS	Semiduro	P	Limagrain
60	LG6304VTPRO	HSm	Semiduro	P	Limagrain
61	20A55PW	HT	Semiduro	P	Morgan
62	30A16PW	HS	Semiduro	P	Morgan
63	MG300PW	HSm	Semiduro	SP	Morgan
64	MG652PW	HSm	Semiduro	P	Morgan
65	22M12VIP	-	-	-	Plante Sempre
66	22S18TOP	HS	Semiduro	SP	Plante Sempre
67	RB9004PRO	HS	Dentado	P	Riber KWS
68	RB9110PRO	HS	Semidentado	SP	Riber KWS
69	HL1412	-	-	-	Santa Helena
70	SHS4070	HS	Dentado	N	Santa Helena
71	SHS4080	HD	Semiduro	P	Santa Helena
72	SHS5070	HT	Duro	SP	Santa Helena
73	SHS5090	HT	Semiduro	P	Santa Helena
74	SHS5550	HT	Semiduro	P	Santa Helena
75	SHS5560	HT	Duro	P	Santa Helena
76	SHS7090	HS	Duro	SP	Santa Helena
77	SHS7920PRO	HS	Dentado	P	Santa Helena
78	SHS7990PRO2	HS	Dentado	P	Santa Helena
79	60XB14	HS	Semiduro	P	Semeali
80	90XB06BT	HS	Duro	SP	Semeali
81	XB6012BT	HS	Semiduro	P	Semeali
82	XB8018	HD	Duro	P	Semeali
83	XB8030	HD	Duro	P	Semeali
84	XB9003BT	HS	Duro	SP	Semeali
85	CARGO	HD	Duro	P	Syngenta
86	FEROZ	HD	Duro	P	Syngenta
87	SX7331VIP	HS	Duro	P	Syngenta

Fonte: EMBRAPA, 2015. **Tipo:** HS - Híbrido simples; HT - Híbrido triplo; HD - Híbrido duplo; HSm - Híbrido simples modificado; HTm - Híbrido triplo modificado. **Ciclo:** SP - Superprecoce; P - Precoce; SMP - Semiprecoce; N - Normal.

Anexo 2 - Estimativas de médias dos caracteres produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) avaliados nos 87 híbridos comerciais de milho no ambiente +N, na safra 2015/2016

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	N Rem
BM709PRO2	12.888,67	57,60	54,97	34,90	0,726	57,26	88,04
P3456H	12.100,27	58,77	55,14	49,57	0,757	51,45	57,05
BM3063PRO2	11.990,94	54,60	58,11	50,75	0,756	49,68	50,53
RB9004PRO	11.931,12	57,00	50,52	56,96	0,702	29,50	31,06
AS1656PRO3	11.669,09	56,37	55,08	50,00	0,748	49,57	52,17
HL1412	11.538,86	57,80	51,98	54,97	0,727	38,44	39,33
P3779H	11.525,34	56,27	53,79	49,74	0,740	47,96	51,97
AG8690PRO3	11.504,75	53,73	50,73	52,67	0,748	38,69	46,71
DKB390PRO2	11.486,14	58,87	58,38	45,83	0,747	53,03	56,76
AG8677PRO2	11.458,50	55,50	47,79	52,71	0,747	44,93	51,21
AG4051PRO	11.366,23	59,80	51,27	45,90	0,724	48,86	58,82
BG7037H	11.314,62	51,60	44,53	58,65	0,706	28,18	30,48
BG7046H	11.254,64	56,17	51,13	42,64	0,731	52,05	68,17
XB8018	11.151,68	54,90	47,31	43,05	0,637	26,19	41,82
AS1596PRO2	11.116,45	53,47	48,49	56,12	0,694	28,55	28,82
BM3061	11.072,42	61,00	52,64	51,91	0,718	39,88	40,43
BM915PRO	10.971,10	59,13	54,02	51,21	0,724	43,14	42,79
SHS7990PRO2	10.951,24	56,93	53,90	45,24	0,723	47,86	53,09
XB6012BT	10.946,85	61,53	47,78	52,90	0,696	30,68	37,26
AG8980PRO3	10.887,93	55,17	51,68	55,60	0,780	45,20	46,38
SHS4070	10.850,86	55,47	48,82	41,49	0,736	51,85	69,86
2B688PW	10.846,62	54,10	50,33	59,08	0,732	33,71	30,68
2B339PW	10.821,41	58,97	47,97	53,23	0,766	49,15	52,86
P3844H	10.819,81	56,83	49,17	55,97	0,698	22,18	28,49
LG6033PRO2	10.789,95	61,37	51,65	51,06	0,748	44,60	48,90
RB9110PRO	10.764,58	56,93	56,75	44,41	0,709	46,70	50,11
GNZ9501PRO	10.730,48	56,00	49,92	58,08	0,740	37,46	33,60
P2830H	10.730,35	58,83	51,06	56,41	0,729	37,56	34,04
60XB14	10.712,63	51,53	54,98	45,48	0,632	31,07	33,49
BG7318YH	10.603,13	56,90	59,23	27,90	0,741	63,13	82,61
GNZ7201	10.557,71	59,13	49,05	51,46	0,684	34,08	35,54
GNZ9626PRO	10.533,10	55,57	49,47	56,61	0,698	29,59	27,60
BM812PRO2	10.501,46	58,90	55,61	40,77	0,724	50,57	57,00
LG6304VTPRO	10.484,88	55,53	47,71	52,89	0,703	36,09	39,02
BM207	10.331,00	58,53	51,55	41,99	0,743	55,58	64,96
30F53YH	10.199,19	60,97	63,07	44,72	0,768	57,55	52,26
P3862H	10.193,66	51,73	57,02	44,16	0,700	34,12	44,23
SHS4080	10.191,17	57,17	46,70	58,82	0,688	19,67	18,56
SHS7920PRO	10.189,97	57,50	47,90	45,20	0,708	45,09	55,47
2B655PW	10.177,88	55,77	49,70	48,24	0,703	38,11	42,81
SX7331VIP	10.144,75	59,63	46,83	60,92	0,703	22,65	20,31
AS1633PRO2	10.112,60	58,70	51,64	54,00	0,730	40,92	36,88
AS1573PRO	10.104,89	57,43	55,11	63,82	0,747	26,05	18,35
2B647PW	10.100,39	61,70	51,05	58,85	0,757	37,30	33,04
FEROZ	10.023,60	57,67	48,42	50,61	0,689	36,61	37,97
BM840PRO	10.016,41	58,10	43,16	55,91	0,700	28,36	29,36
DKB330	9.984,90	56,93	45,54	59,52	0,682	18,53	17,59
BAL761	9.966,45	54,97	48,33	47,63	0,724	47,30	51,41
GNZ9505PRO	9.882,95	60,13	62,18	51,21	0,738	44,82	35,67
SHS5090	9.865,83	57,83	47,29	42,28	0,707	48,27	58,61
2B610PW	9.804,80	56,47	56,24	41,72	0,774	60,00	62,01
DKB240PRO3	9.739,03	51,17	50,90	33,09	0,644	45,36	57,91
BAL280	9.702,44	54,00	41,64	60,59	0,673	16,71	15,35
20A55PW	9.665,15	48,00	51,08	52,08	0,702	37,33	34,50

Anexo 2 – Continuação

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	N Rem
GNZ2005YG	9.572,43	56,07	52,21	46,33	0,684	37,42	37,51
BRS1060	9.545,50	54,83	46,24	46,19	0,655	34,12	38,80
DKB230PRO3	9.428,30	47,47	54,84	39,30	0,763	60,18	64,26
2A620PW	9.426,28	59,93	47,12	60,24	0,717	28,37	22,61
2B810PW	9.411,56	53,90	58,45	57,36	0,683	26,23	17,71
DKB177PRO3	9.386,87	54,23	43,22	54,74	0,674	26,08	28,51
SHS5070	9.319,76	59,23	52,33	37,57	0,714	53,25	59,70
SHS5550	9.296,54	51,77	49,26	57,10	0,706	23,37	22,60
BR206	9.106,96	50,57	48,12	44,89	0,699	44,15	48,09
XB8030	9.098,75	56,23	43,45	49,83	0,644	23,35	26,87
AS1581PRO	9.007,69	54,53	53,64	44,57	0,681	29,43	38,53
XB9003BT	8.998,54	60,47	47,75	66,11	0,713	14,88	9,66
BM810	8.981,10	58,47	56,86	47,21	0,754	53,28	44,29
BM820	8.951,29	59,21	51,75	53,63	0,692	31,74	25,80
2B604PW	8.947,90	57,33	48,23	47,24	0,710	44,18	44,13
MG652PW	8.947,69	60,10	40,37	62,79	0,666	7,20	8,03
BAL188	8.940,42	61,17	46,80	43,84	0,713	47,89	53,34
SHS5560	8.834,46	58,93	47,33	48,58	0,680	34,67	36,40
2A401PW	8.776,70	61,17	46,84	59,57	0,743	36,74	27,58
MG300PW	8.595,53	64,83	50,57	60,16	0,749	25,41	23,23
90XB06BT	8.564,32	57,80	55,86	38,07	0,705	52,37	49,84
CARGO	8.530,62	55,93	41,78	39,63	0,641	38,68	47,07
GNZ7280	8.455,27	55,80	49,76	46,24	0,716	46,70	44,38
22S18TOP	8.382,83	55,50	49,54	50,87	0,717	42,60	36,64
22M12VIP	8.172,39	54,17	45,75	58,65	0,682	12,57	10,02
2B710PW	8.166,48	52,33	51,25	60,77	0,734	31,01	20,02
SHS7090	8.113,27	61,97	46,72	41,12	0,661	40,95	41,83
AG7098PRO2	8.033,62	52,33	42,14	55,47	0,656	13,66	17,01
BRS1010	8.014,06	54,43	36,88	61,36	0,642	5,10	7,02
2B587PW	7.466,75	65,21	43,43	62,51	0,782	41,43	27,37
DKB290PRO3	7.305,81	56,23	43,07	53,36	0,664	20,88	19,95
2B633PW	6.929,20	61,77	42,94	63,91	0,678	3,72	3,84
30A16PW	6.725,20	55,57	41,24	68,11	0,690	3,02	1,83

Anexo 3 - Estimativas de médias dos caracteres produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹), teor de clorofila (SPAD), eficiência de utilização do N (EUtN, kg kg⁻¹), absorção de N pós-antese (NPA, %), índice de colheita do N (ICN), eficiência de remobilização (ERN, %), N remobilizado (Nrem, kg kg⁻¹) avaliados nos 87 híbridos comerciais de milho no ambiente -N, na safra 2015/2016

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	N Rem
BM709PRO2	10.600,49	49,53	48,08	63,37	0,693	13,43	11,73
RB9004PRO	10.449,05	55,77	50,29	64,79	0,757	27,79	21,33
BM3061	9.911,86	52,77	48,00	61,29	0,712	20,77	17,39
P3456H	9.857,90	54,33	59,11	50,26	0,783	54,24	47,15
P2830H	9.797,08	57,13	64,74	46,05	0,771	55,38	45,20
DKB390PRO2	9.786,34	51,30	60,77	47,10	0,740	50,77	42,77
P3844H	9.589,94	53,90	45,72	62,67	0,709	19,70	13,68
GNZ9501PRO	9.536,01	55,50	50,05	62,67	0,765	34,02	25,00
30F53YH	9.532,51	57,93	53,44	60,44	0,709	26,46	18,84
BG7037H	9.487,53	45,37	49,42	58,31	0,761	39,60	33,07
P3862H	9.461,01	48,43	62,26	48,48	0,741	45,76	35,61
2B688PW	9.450,70	53,10	57,96	61,32	0,752	33,21	21,18
HL1412	9.424,30	48,57	53,34	63,64	0,752	26,20	15,53
BM3063PRO2	9.424,10	46,93	57,11	63,98	0,768	34,02	20,94
60XB14	9.407,73	48,57	52,87	45,54	0,631	23,70	23,48
P3779H	9.315,54	50,43	56,20	51,80	0,776	53,24	42,37
BM812PRO2	9.298,79	52,17	53,33	56,95	0,756	40,35	32,68
XB8018	9.261,49	53,70	46,38	58,02	0,663	19,44	16,28
LG6304VTPRO	9.133,98	51,03	51,28	62,85	0,723	17,21	13,79
DKB330	9.079,57	54,60	53,98	64,41	0,717	15,21	13,12
LG6033PRO2	9.059,24	53,93	49,07	60,10	0,717	29,34	20,79
AG8690PRO3	9.054,99	47,53	49,17	56,29	0,760	43,72	35,20
SHS4080	9.019,05	57,20	43,80	64,87	0,659	0,26	1,14
GNZ7201	8.929,14	54,73	51,90	68,26	0,747	20,43	11,04
AS1596PRO2	8.923,06	50,07	48,01	64,06	0,737	18,49	12,04
2B610PW	8.905,15	50,87	60,14	56,02	0,745	41,48	27,04
AG4051PRO	8.848,52	54,00	52,69	54,03	0,763	47,89	36,74
BAL280	8.837,52	49,57	52,93	62,50	0,739	30,58	19,11
AS1656PRO3	8.822,66	49,60	56,52	60,13	0,767	38,19	23,57
BG7046H	8.812,76	52,77	47,92	56,36	0,689	28,64	23,35
22S18TOP	8.799,19	48,60	64,81	50,41	0,737	45,99	31,43
BAL761	8.788,65	53,80	52,81	63,62	0,767	30,00	19,72
AS1581PRO	8.782,98	57,50	51,22	68,96	0,694	-1,05	-0,54
BM840PRO	8.745,64	54,03	52,43	59,73	0,763	41,79	27,86
SHS4070	8.683,84	50,80	53,22	61,01	0,742	29,37	18,62
GNZ9505PRO	8.677,31	57,63	56,60	63,63	0,761	32,07	18,40
SX7331VIP	8.663,80	54,97	60,47	46,81	0,780	57,26	44,57
2B647PW	8.659,84	54,90	47,44	76,80	0,742	-21,75	-5,49
SHS5070	8.632,94	55,60	46,15	57,59	0,677	20,68	16,26
2A620PW	8.576,72	56,90	57,58	57,99	0,749	36,29	24,88
2B339PW	8.562,99	55,50	51,99	57,09	0,791	50,31	37,11
AS1633PRO2	8.557,13	52,67	51,08	60,33	0,764	38,84	26,59
AG8980PRO3	8.555,95	47,23	56,09	52,34	0,798	57,71	42,18
DKB177PRO3	8.535,18	52,13	61,76	37,07	0,750	59,79	52,50
AS1573PRO	8.517,12	48,97	63,30	55,65	0,782	50,50	31,33
AG8677PRO2	8.441,52	48,20	48,08	54,37	0,753	45,29	37,30
BM207	8.427,53	53,20	46,89	67,79	0,727	13,98	8,63
SHS5090	8.422,44	54,03	44,82	67,56	0,684	2,72	1,85
BM915PRO	8.368,56	54,23	57,04	44,59	0,754	53,38	44,88
DKB240PRO3	8.357,26	54,87	54,75	48,13	0,654	31,09	26,45
<u>30A16PW</u>	8.296,40	50,87	68,50	59,28	0,712	29,29	14,30
2A401PW	8.268,45	56,60	56,01	58,50	0,781	46,80	29,33
2B810PW	8.258,04	51,13	50,78	65,09	0,734	22,02	13,34
2B655PW	8.200,82	44,43	55,06	53,63	0,726	39,37	27,14

Anexo 3 - Continuação

Híbridos	PG	SPAD	EUtN	NPA	ICN	ERN	N Rem
MG652PW	8.184,32	58,63	50,58	56,12	0,681	16,87	14,95
MG300PW	8.154,09	54,90	58,91	44,54	0,760	55,10	43,02
SHS7920PRO	8.106,29	52,50	41,46	56,15	0,730	13,97	21,61
BRS1060	8.094,09	55,73	43,57	62,33	0,635	0,15	0,11
FEROZ	8.057,12	50,37	53,79	45,27	0,724	48,39	39,47
BR206	8.043,90	52,60	52,17	44,91	0,756	55,12	46,45
22M12VIP	8.040,13	46,70	59,69	49,41	0,708	28,02	21,22
GNZ7280	8.021,15	54,50	63,49	45,90	0,755	54,40	37,25
GNZ9626PRO	7.962,86	51,53	50,37	57,87	0,748	34,14	23,56
SHS5550	7.931,19	45,93	52,26	56,18	0,773	47,03	31,49
DKB230PRO3	7.911,20	39,77	66,93	38,45	0,763	61,37	45,43
XB8030	7.904,98	53,47	49,32	52,19	0,724	40,18	33,50
XB6012BT	7.881,47	55,27	41,54	64,65	0,715	18,64	12,17
20A55PW	7.871,15	50,80	50,62	59,90	0,738	34,53	21,77
SHS7990PRO2	7.860,59	49,53	49,90	55,62	0,766	46,31	33,13
BG7318YH	7.801,56	46,30	53,53	51,48	0,738	44,90	31,68
GNZ2005YG	7.777,04	55,60	45,95	62,77	0,753	32,26	21,37
2B604PW	7.709,34	50,37	45,31	61,90	0,699	18,06	12,11
SHS5560	7.561,10	50,30	56,00	53,14	0,741	38,60	24,73
RB9110PRO	7.543,59	46,10	51,46	59,15	0,724	32,12	18,40
BAL188	7.457,58	56,23	48,03	62,52	0,798	45,93	26,82
90XB06BT	7.267,88	54,60	50,19	46,07	0,744	50,68	40,65
CARGO	7.163,83	50,90	43,95	54,92	0,713	36,35	26,72
BRS1010	7.143,16	55,17	46,82	48,26	0,655	27,02	23,01
DKB290PRO3	7.115,52	53,23	55,94	44,75	0,725	47,56	34,35
XB9003BT	6.976,77	52,87	46,82	65,02	0,768	10,29	8,95
SHS7090	6.709,06	54,07	49,35	59,86	0,711	26,03	15,87
2B587PW	6.650,45	59,37	54,28	58,10	0,765	43,65	23,36
BM810	6.470,09	55,33	42,20	72,85	0,715	-19,95	-4,24
2B710PW	6.436,29	49,20	45,91	63,53	0,714	10,49	6,94
AG7098PRO2	6.406,31	53,67	38,37	63,12	0,668	-1,29	0,73
BM820	6.335,76	47,82	48,86	47,39	0,699	41,38	28,68
2B633PW	5.730,51	56,67	50,39	65,49	0,745	23,89	9,73