

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

EFEITO DO NITROGÊNIO E DA COMBINAÇÃO DAS FORMAS DE NITROGÊNIO NA  
ATIVIDADE DAS ENZIMAS REDUTASE DO NITRATO E GLUTAMINA SINTETASE  
EM MILHO (*Zea mays L.*) E NA PRODUTIVIDADE

ADRIANA SPADARO SHINOHARA DUARTE

ILHA SOLTEIRA – SP  
ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL  
JUNHO - 2003

## 1 – INTRODUÇÃO

O milho ocupa o segundo lugar entre culturas cujos produtos constituem fonte de alimento para a população mundial, o que o torna de importância social e econômica (TANAKA e YAMAGUCHI, 1972). Este fato tem sido um dos motivos de tornar o milho material de estudo e pesquisa, com o objetivo de melhorar a produção tanto qualitativa como quantitativamente. A otimização da produção de grãos depende de fatores, como a eficiência na acumulação do carbono, a mobilização do nitrogênio e a acumulação de nutrientes em grãos.

O nitrogênio é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade e a maior quantidade do nitrogênio é absorvida pelas raízes na forma de nitrato, e este é necessariamente reduzido a  $\text{NH}_4^+$  para ser incorporado em esqueletos carbônicos, fazendo então parte de muitos compostos orgânicos, principalmente de proteínas, as quais foram batizadas, por sua importância, como a “base física da vida” (MALAVOLTA, 1979).

Esse nutriente apresenta os efeitos mais espetaculares no aumento do rendimento de grãos na cultura do milho e também sobre a qualidade da produção, uma vez que, contribui para o aumento do teor de proteína dos grãos e, entretanto, diminui os teores de aminoácidos essenciais, porque este aumento no teor protéico está ligado ao aumento de zeína, uma proteína de baixa qualidade nutritiva (BULL, 1993).

Um dos fatores que pode limitar a produção em culturas é a disponibilidade de nutrientes, em particular o nitrogênio. A redução do nitrato é feita em duas etapas, sendo a primeira mediada pela enzima NR. Por outro lado, sabe-se que esta enzima pode ser utilizada para caracterizar genótipos de milho.

Características fisiológicas e bioquímicas podem ser válidas na seleção de genótipos eficientes para alto conteúdo de nitrato, alta atividade da redutase do nitrato e alta mobilização de N para folhas e grãos (BEUCHAMP *et al.*, 1976; EGHBALL e MARANVILLE , 1993 ) e alta atividade da enzima glutamina sintetase (MACHADO *et al.*, 1992; MAGALHÃES *et al.*, 1993; MACHADO e MAGALHÃES, 1995; MACHADO, 1997). Desta forma o presente trabalho foi proposto com o objetivo de verificar as preferências pelas formas de N através da atividade da enzima redutase do nitrato e glutamina sintetase, em nove variedades de milho (*Zea mays L.*) bem como as relações com o rendimento em grãos.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do milho ocupa lugar de destaque não só pelo grande progresso que tem havido no acúmulo de conhecimentos técnico-científicos relacionados com essa espécie vegetal, mas também pelo grande valor econômico e imenso potencial que ela apresenta. Provavelmente, não existe outra espécie de importância econômica que tenha sido alvo de tão intensas pesquisas técnico-científicas, cujos resultados têm contribuído não só para o aperfeiçoamento do seu cultivo, mas que também tem influído nas técnicas empregadas em outras culturas de valor econômico, contribuindo para a obtenção de plantas tanto qualitativa como quantitativamente mais eficiente (GOODMAN e SMITH, 1978).

Um dos fatores que pode limitar o rendimento do milho é a disponibilidade de nutrientes, especialmente o nitrogênio, pois este proporciona o aumento do rendimento da cultura através da influência no crescimento do sistema radicular, comprimento da espiga e número de espigas por planta (BULL, 1993).

O nitrogênio é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade. A maior quantidade do N é absorvida pelas raízes na forma de nitrato, e este é necessariamente reduzido a  $\text{NH}_4^+$  para ser incorporado em esqueletos carbônicos, fazendo então parte de muitos compostos orgânicos, principalmente de “proteínas” as quais foram batizadas, por sua importância, como a “base física da vida” (MALAVOLTA, 1979). Como constituinte de moléculas como proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila. O nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais espetaculares no aumento do rendimento de grãos na cultura do milho e também sobre a qualidade da produção, uma vez que contribui para o aumento do teor de proteína dos grãos. Entretanto diminui os teores de aminoácidos

essenciais, porque este aumento no teor protéico está ligado ao aumento de zeína em variedades não especiais, uma proteína de baixa qualidade nutritiva (BULL, 1993).

De acordo com Below (2000), esse nutriente é considerado um dos maiores fatores de produção responsáveis pelo aumento da produtividade e da proteína dos grãos de milho. Embora o aumento no suprimento de  $\text{NH}_4^+$  nos solos possa melhorar a performance da planta, numerosas espécies têm mostrado absorver mais N e crescer mais rapidamente quando supridas com misturas de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  que quando adubadas somente com  $\text{NO}_3^-$ . Estudando plantas de milho em condições hidropônicas, onde as formas de N puderam ser controladas, ele obteve maior produtividade (de 10 a 14%) quando as plantas foram cultivadas com misturas de formas de N do que quando somente com  $\text{NO}_3^-$ . Esse aumento na produtividade induzido pela mistura de formas de N foi verificado pela maior produção de grãos por planta, principalmente devido à diminuição do abortamento de grãos no topo da espiga. Tais resultados mostraram um efeito fisiológico direto da forma de N sobre o desenvolvimento da espiga, uma vez que ambos os tratamentos presumivelmente têm mais que o adequado suprimento de N disponível para as plantas. Estes resultados também foram obtidos no campo por (SMICIKLAS e BELOW, 1992) o qual sugeriram que as plantas de milho acumularam mais N quando supridas com uma mistura de formas de N, do que somente na forma de  $\text{NO}_3^-$ .

Sendo o nitrogênio considerado o nutriente mais dispendioso e o único exigido em extensa quantidade sobre a maioria das colheitas, especialmente a do milho, cerca de 40% a 50% do nitrogênio aplicado como fertilizante é absorvido pelo milho sob condições tropicais. Ainda que presente em altos níveis nos solos, a quantidade de N na forma mineral é geralmente baixa e no ecossistema natural há perda contínua de nitrogênio, não só devido à absorção deste pelas plantas, mas também por lixiviação, volatilização e denitrificação (PEOPLES *et al.*, 1995). O aproveitamento do nitrogênio por plantas de milho em clima tropical depende ainda da disponibilidade de água no solo, da fertilidade do solo, da presença de alumínio, entre outros fatores (MACHADO e FERNANDES, 2001; MACHADO e MAGALHÃES, 1995).

Segundo Muchow e Davis (1988) características como índice de área foliar, longevidade de folhas e o uso eficiente de luz, podem ser aumentados pela maior disponibilidade de N. Além disso, condições de estresse podem agir diretamente na disponibilidade, assimilação e metabolismo de N, e provavelmente no catabolismo de aminoácidos, proteínas e outros compostos nitrogenados (MACHADO *et al.*, 1992; MAGALHÃES e FERNANDES, 1993).

Majerowicz *et al.* (2002), estudando a eficiência do N em variedades locais e melhoradas de milho, puderam verificar que a deficiência de N afetou o crescimento em todos os genótipos estudados e que a atividade da enzima redutase do nitrato (NR), atividade da glutamina sintetase (GS) e conteúdo de clorofila foram sensíveis à disponibilidade de N, mas não permitiu a discriminação dos genótipos.

Reed e Hageman (1980), estudando 4 híbridos de milho, mostraram as respostas do metabolismo do N através da absorção, fluxo e atividade da NR, na fase de desenvolvimento do grão e tiveram dificuldade em relacionar os melhores resultados com as cultivares superiores (maior produtividade).

Eichelberger *et al.* (1989), avaliaram as respostas para a atividade da enzima redutase do nitrato nos ciclos 0, 3, 6 e 8 de seleção para rendimento em uma população de milho, em três diferentes proporções de fertilizantes nitrogenados e concluíram que no ciclo 8, na população baixa NRA, o metabolismo de nitrato foi afetado, resultando em baixa produção de grãos e menor eficiência de uso do N aplicado no solo. Tollenar *et al.* (1991) e McCullough *et al.* (1994) verificaram que a determinação da atividade das enzimas do metabolismo do N, como NR e GS, entre outras, pode ser utilizada para caracterizar e selecionar genótipos em milho.

Fernandes *et al.* (1993) estudando a eficiência de assimilação de nitrogênio em genótipos de milho sob estresse de amônio pôde concluir que, na presença de nitrato, todos os genótipos de milho testados exibiram semelhantes valores para todos os caracteres analisados, exceto para a atividade da NR que apresentou uma relação inversa com o crescimento da planta. Os autores verificaram também que na fonte amônio, os caracteres analisados se correlacionaram e, verificaram ainda que a atividade da GS na folha de milho, foi positivamente correlacionada com crescimento da planta.

Machado *et al.* (2001) avaliando a atividade da NR e da GS em famílias endogâmicas S<sub>1</sub> (melhores e piores) das populações de milho “Sol da Manhã” e “Catetão”, utilizando duas formas de fontes de nitrogênio (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) puderam concluir que a atividade da NR foi maior nas subpopulações NFB (melhores famílias da variedade Sol da Manhã NF) e NFR (piores famílias da variedade “Sol da Manhã NF”), nas proporções de N (75% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:25% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e (50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Já a atividade da GS foi maior nas subpopulações CATB (melhores famílias da variedade catetão) e CATR (piores famílias da variedade catetão) nas proporções de N (50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) seguido de (75% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:25% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e concluem que NR e GS foram eficientes para discriminar as famílias endogâmicas S<sub>1</sub> e podem ser utilizadas

como parâmetros bioquímicos em programas de seleção genética, visando eficiência no uso de N.

Rhodes *et al.* (1975), estudando a regulação dos níveis de glutamina sintetase em plantas de *Lemna minor* pôde verificar que a atividade específica da glutamina sintetase variou consideravelmente dependendo da fonte de nitrogênio. A atividade máxima da enzima foi observada em plantas crescidas com  $\gamma$ -aminobutirato e nitrato e que as plantas crescidas com amônio tiveram atividade específica da enzima baixa comparada com plantas crescidas em nitrato, mas a atividade foi alta quando as plantas foram crescidas com glutamina.

Shannon *et al.* (1994) demonstraram que a glutamina tem efeito na ativação da redutase do nitrato. Tal como o efeito da luz na folha ativando a redutase do nitrato, uma primeira e imediata resposta da glutamina sintetase pode ser o nível de ativação da redutase do nitrato com um efeito secundário a nível de transcrição.

Segundo Camargo (2003), a NR é regulada pela GS, sendo maior quando nos tecidos os níveis de glutamina é menor.

De acordo com (LI *et al.*; 1995), a redutase do nitrato é uma enzima induzível pelo substrato que pode ser reprimida pelos seus produtos finais glutamina ou aminoácidos.

### **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 – Material Biológico e tratamentos**

O material biológico utilizado foi o milho constituído por populações representativas de ciclos de seleção em dois compostos (Flintisa e Dentado PB) e três cultivares comerciais assim identificados:

- 1 – Dentado 1 (D1) – primeiro ciclo de seleção para rendimento no Composto Dentado PB;
- 2 – Dentado 10 (D10) – décimo ciclo de seleção para rendimento no Composto Dentado PB;
- 3 – Flintisa 0 (F0) – Composto Flintisa original, obtido através da recombinação das populações SUWAN, ESALQ-VF1 e CATETO COLÔMBIA;
- 4 – Flintisa 7 (F7) – sétimo ciclo de seleção para rendimento em condições de baixa tecnologia, no Composto Flintisa;
- 5 – Flintisa Alta Tecnologia 11 (FAT 11) – quarto ciclo de seleção para menor altura de inserção de espigas, em condições de alta tecnologia no Flintisa 7;
- 6 – Flintisa Baixa Tecnologia 11 (FBT 11) – quarto ciclo de seleção para menor altura de inserção de espigas, em condições de baixa tecnologia, no Flintisa 7;
- 7 – Sol da Manhã (SM) – cultivar comercial da Embrapa;
- 8 – BR106 – cultivar comercial da Embrapa e
- 9 – AL30 – cultivar comercial da CATI.

As sementes das variedades “D1”, “D10”, “F0”, “F7”, “FAT 11”, “FBT 11” e “SM” foram obtidos de colheitas realizadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa localizada no município de Selvíria – MS pertencente a Faculdade de Engenharia de Ilha



Solteira e cedidas pelo professor João Antonio da Costa Andrade. As sementes das variedades “AL30” e “BR106” foram adquiridas no comércio local.

O experimento foi desenvolvido em duas fases: em casa de vegetação e no campo. Na casa de vegetação as plantas foram cultivadas em vasos de plástico com capacidade de 8 litros, utilizando vermiculita como substrato e irrigadas a partir do sétimo dia após a semeadura duas vezes por semana com solução nutritiva de (HOAGLAND e ARNON, 1939) modificada (Tabelas 1 e 2), contendo como fonte de N, as formas  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  ou combinadas: (100%  $\text{NO}_3^-$ , 100%  $\text{NH}_4^+$ , 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$ , 25%  $\text{NO}_3^-$ :75%  $\text{NH}_4^+$ , 75%  $\text{NO}_3^-$ :25%  $\text{NH}_4^+$ , 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$  e 5%  $\text{NO}_3^-$ :5%  $\text{NH}_4^+$ ). A solução nutritiva foi preparada a partir da solução I e II (conforme Tabelas 1 e 2).

**TABELA 1** – Composição de duas soluções estoque, denominadas solução I (100%  $\text{NO}_3^-$ ) e solução II (100%  $\text{NH}_4^+$ ).

| Macronutrientes                                      | Concentração ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) |            |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------|
|                                                      | Solução I                           | Solução II |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 1180                                | -          |
| $\text{KNO}_3$                                       | 505                                 | -          |
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                             | 136                                 | 136        |
| $\text{MgSO}_4$                                      | 492                                 | 492        |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                         | -                                   | 990        |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$            | -                                   | 735        |
| $\text{K}_2\text{SO}_4$                              | -                                   | -          |
| $\text{KCl}$                                         | -                                   | 372.5      |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$            | 24.1                                | 24.1       |
| EDTA                                                 | 25.1                                | 25.1       |
| <b>Micronutrientes</b>                               |                                     |            |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$                              | 2.04                                | 2.04       |
| $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$            | 2.34                                | 2.34       |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$            | 0.88                                | 0.88       |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$            | 0.20                                | 0.20       |
| $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$           | 0.26                                | 0.26       |

**TABELA 2** – Concentração dos nutrientes das soluções I (100%  $\text{NO}_3^-$ ) e II (100%  $\text{NH}_4^+$ )

| Nutrientes        | Concentração do nutriente ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) |            |
|-------------------|--------------------------------------------------|------------|
|                   | Solução I                                        | Solução II |
| $\text{N-NO}_3^-$ | 210                                              | -          |
| $\text{N-NH}_4^+$ | -                                                | 210        |
| Ca                | 200                                              | 200        |
| K                 | 234                                              | 234        |
| P                 | 31                                               | 31         |
| Mg                | 48.6                                             | 48.6       |
| S                 | 64                                               | 304        |
| Cl                | -                                                | 527.5      |
| Fe                | 4.85                                             | 4.85       |
| Mn                | 0.67                                             | 0.67       |
| B                 | 0.36                                             | 0.36       |
| Zn                | 0.20                                             | 0.20       |
| Cu                | 0.05                                             | 0.05       |
| Mo                | 0.11                                             | 0.11       |

A combinação entre os nove materiais de milho e as 7 fontes de N, resultaram em 63 tratamentos. O delineamento utilizado no primeiro experimento foi o fatorial  $9 \times 7$  com disposição dos tratamentos em blocos ao acaso, com 4 repetições e no segundo experimento

os tratamentos de fontes de N utilizados foram: 100%  $\text{NO}_3^-$ , 100%  $\text{NH}_4^+$ , 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$ , dessa forma a combinação com as variedades resultou em 36 tratamentos. O delineamento experimental foi o fatorial 9 x 4 com disposição dos tratamentos em blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada repetição constituiu-se de quatro vasos com quatro plantas cada vaso.

O experimento no campo foi conduzido na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa pertencente a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, apresentando as coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude média de 335 metros. O solo local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO, epi-eutrófico álico e textura argilosa (EMBRAPA, 1999). A precipitação média anual é de 1.232,2 mm com temperatura média de 24,5° C e a umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ *et al.*, 1995).

Foram utilizadas as mesmas nove variedades de milho e 4 combinações de fontes de N: (100%  $\text{NO}_3^-$ , 100%  $\text{NH}_4^+$ , 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$ ), fornecidas na forma de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (15% de N e 19% de Ca) ou  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (20% de N) na dose 90 Kg de N/ha. A combinação entre fontes de N e as variedades, resultou em 36 tratamentos, com 3 repetições (blocos ao acaso) totalizando 108 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída de 5 linhas de 5 metros com espaçamento entre linhas de 0,80 m e população de 55.000 plantas por hectare. A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada levando-se em conta as características químicas do solo e as recomendações de (AMBROSANO *et al.*, 1996) e constituiu-se da aplicação de 300 kg/ha da fórmula 0-20-20. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 32 dias após a emergência

### 3.2 – Avaliação das enzimas redutase do nitrato (NR) e glutamina sintetase (GS)

Vinte e oito dias após o início da aplicação da solução nutritiva foi determinada a atividade das enzimas NR e GS nas folhas. A folha utilizada foi a terceira (contando-se do ápice para a base) expandida (considerada expandida a presença da lígula visível). As coletas de material foram realizadas entre 10:00 e 11:00 h da manhã.

A determinação da atividade da enzima NR foi determinada de acordo com (REED *et al.*, 1980). Amostras de tecido foliar de 0,3 g, que foram preparadas em pedaços de aproximadamente 5x5mm, inoculadas em tubos contendo 3 mL de meio, tampão fosfato 0,1M + $\text{KNO}_3$  0,1M +Tween 20 a 1%, pH 7,5. As amostras foram infiltradas a vácuo por 2

minutos, seguido de introdução de ar. O procedimento foi repetido por mais duas vezes. Após a infiltração o ensaio foi incubado em banho-maria a 32°C com agitação e aos 40 minutos de incubação, uma alíquota de 0,2 mL foi retirada e colocada em tubo de reação. O meio de reação foi preparado com 1,8 mL de H<sub>2</sub>O destilada+2 mL da mistura (v:v) de dicloreto de N-(1-naftil) etilenodiamina de HCL a 0,02%, o qual paralisa a reação e sulfanilamida 1% preparada em HCL 1,5N a qual dá a coloração.

A reação colorimétrica completa-se em 15 minutos. A leitura da reação colorimétrica foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm e os valores da atividade da NR expressos em  $\mu\text{mol.NO}_2.\text{g}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .

Para a determinação da atividade da GS utilizou-se o método de (MACHADO *et al.*, 2001), no qual a extração foi feita utilizando-se um grama de tecido foliar, que foi macerado com 10 mL de tampão Tris-HCL, pH 7,2 em almofariz sob gelo e em seguida centrifugado a 10.000g durante 10 minutos. Alíquota de 0,5 mL do sobrenadante foi adicionada ao tubo de reação contendo 0,1 mL de glutamato, 0,1 mL de ATP, 0,1 mL de sulfato de magnésio, 0,1 mL de sulfato de hidroxilamina e 0,1 mL de tampão imidazol. Decorridos 30 minutos foi acrescentado 1,5 mL de FeCl<sub>3</sub> o qual paralisa a reação. A leitura colorimétrica da reação foi realizada em espectrofotômetro a 535 nm e os valores da atividade da GS expressos em  $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$ .

### 3.3 – Extração e determinação da clorofila total

Para a determinação do teor de clorofila a extração foi feita utilizando-se tecido foliar e acetona na proporção de 1:20 (p:v). O tecido foliar foi macerado em almofariz, e o homogeneizado obtido foi centrifugado a 1500 rpm por 10 minutos. A leitura colorimétrica foi realizada em espectrofotômetro a 645 e 663 nm, sendo D.O

O cálculo da concentração de clorofila foi realizado de acordo com a equação de Arnon (1949):

$$\text{Clorofila Total (mg L)} = 20,2 \times \text{D.O a 645 nm} + 8,02 \times \text{D.O a 663 nm}$$

onde: D.O = Densidade Ótica

### 3.4 – Extração e determinação de proteína

Para a extração de proteína, foram utilizados tecido foliar utilizado para determinação da NR e NaOH 0,1 N, na proporção de 1:20 (p:v). O tecido vegetal foi macerado em

almofariz e o homogeneizado obtido foi centrifugado a 1500 rpm. O sobrenadante obtido foi utilizado para dosagem quantitativa de proteína e o resíduo descartado.

A proteína foi determinada pelo método “Dye binding” descrito por Bradford (1976), utilizando-se 0,1 mL do extrato e 5 mL de reagente. O reagente foi preparado com 100 mg de “Comassie Brilliant Blue”+ 50 mL de etanol + 100 mL de ácido ortofosfórico 85% (w:v) e completado até 1000 mL com H<sub>2</sub>O destilada e em seguida filtrado e guardado em frasco escuro a temperatura ambiente. A reação colorimétrica foi lida em espectrofotômetro a 595 nm. Os valores obtidos foram expressos em mg de proteína.g<sup>-1</sup>.f<sup>-1</sup>.O padrão utilizado para proteína foi BSA na faixa de 10 a 100 ug.

### **3.5 – Determinação da massa da matéria seca**

Para determinação da massa da matéria seca, quatro plantas cultivadas em casa de vegetação (conforme descrição no item 3.1), foram coletadas e preparadas em laboratório, separando em folhas, caule e raiz, secas em estufa com circulação forçada de ar, a 60° C até massa constante. Após a secagem foram realizadas as medidas de massa em balança analítica.

### **3.6 – Análise de altura e número de folhas**

As medidas de altura das plantas e número de folhas foram realizadas por ocasião do pendoamento, e as de altura de inserção da espiga no início da senescência. Todas as medidas foram realizadas em cinco plantas por parcela.

### **3.7 – Análise da produção**

A colheita para a análise de produção foi realizada aos 135 dias após a semeadura.

Para a produtividade a área útil considerada foi de 2 linhas de (4 x 0,8m) portanto área de 6,4 m<sup>2</sup>.

O rendimento em grãos de 10 plantas de cada parcela, foi determinada individualmente.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise da atividade da enzima redutase do nitrato (NRA) das nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas,  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  ou combinadas, mostrou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, entre variedades, entre tratamentos e para interação variedade x tratamento (Tabela 3).

Na variedade SM a maior NRA foi observada no tratamento  $\text{N}_5$ , mas estatisticamente iguais a  $\text{N}_1$  e  $\text{N}_2$ , tendo sido observadas as menores atividades em  $\text{N}_6$  e  $\text{N}_7$  e atividades intermediárias em  $\text{N}_3$  e  $\text{N}_4$ . Estes resultados sugerem que a variedade SM responde melhor quando a fonte de N é 100%  $\text{NO}_3^-$  ou 100%  $\text{NH}_4^+$  ou quando o  $\text{NO}_3^-$  se apresenta em maior proporção (Tabela 4).

A análise da NRA na variedade AL30, mostrou que os resultados apresentaram uma grande variação e não apresenta diferença estatística entre o valor máximo e o menor valor (Tabela 4).

Para a variedade BR106, o maior valor para NRA foi para o tratamento  $\text{N}_1$ , mas estatisticamente iguais aos resultados observados nos tratamentos  $\text{N}_2$  e  $\text{N}_3$ , sendo a menor resposta da enzima observada no tratamento  $\text{N}_6$  e os valores intermediários nos tratamentos  $\text{N}_4$ ,  $\text{N}_5$  e  $\text{N}_7$  (Tabela 4).

**TABELA 3** – Análise de variância para a atividade da enzima redutase do nitrato (NR) em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” cultivadas em 7 diferentes formas de N:  $N_1 = 100\% \text{NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{NO}_3^- : 50\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_4 = 25\% \text{NO}_3^- : 75\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_5 = 75\% \text{NO}_3^- : 25\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_6 = 0\% \text{NO}_3^- : 0\% \text{NH}_4^+$  e  $N_7 = 5\% \text{NO}_3^- : 5\% \text{NH}_4^+$ .

| Quadrados Médios |     |       |
|------------------|-----|-------|
| FV               | GL  | NR    |
| Bloco            | 3   |       |
| Variedade (A)    | 8   | 1,29* |
| Tratamento (B)   | 6   | 1,79* |
| AXB              | 48  | 0,33* |
| Resíduo          | 186 | 0,09  |
| CV(%)            |     | 34,92 |

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em D1 a maior NRA foi observada no tratamento  $N_7$ , que foi estatisticamente igual a  $N_6$  e o menor valor foi em  $N_2$ , sugerindo que o nitrogênio na forma  $\text{NH}_4^+$  não estimula a NRA (Tabela 4). Já na variedade D10, as respostas às fontes de N são todas semelhantes, inclusive em  $N_6$  (nitrogênio = 0) (Tabela 4).

As respostas na variedade F0 para atividade da NR foram semelhantes em todos os tratamentos com nitrogênio, com exceção do tratamento  $N_6$  que resultou em uma menor atividade (Tabela 4).

Na variedade F7 as respostas em NRA foram as melhores em  $N_1$  e  $N_2$ , valores intermediários em  $N_3$ ,  $N_4$ ,  $N_5$  e  $N_7$ , e menor valor em  $N_6$  (Tabela 4).

A NRA na variedade FAT11 foi maior no tratamento  $N_1$ , mas estatisticamente semelhantes com  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$ ,  $N_5$  e  $N_7$  e o menor valor em  $N_6$  (Tabela 4).

Para FBT11 a maior NRA foi observada em  $N_5$  que foi estatisticamente semelhante a  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$ , enquanto que  $N_4$  e  $N_7$  apresentaram valores intermediários e em  $N_6$  o menor valor (Tabela 4).

Em resumo, os resultados da Tabela 4 mostraram que entre as nove variedades utilizadas, em oito delas a resposta na atividade da NR apresentou preferência pela fonte de N

na forma de  $\text{NO}_3^-$  e que também respondeu bem quando o  $\text{NH}_4^+$  é única fonte de N, à exceção da variedade D1 que apresentou menor valor da NRA quando a fonte foi  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{N}_2$ ) e as maiores atividades em  $\text{N}_6$  e  $\text{N}_7$ . Esses resultados permitiram optar pelas fontes de nitrogênio, 100%  $\text{NO}_3^-$ , 100%  $\text{NH}_4^+$ , 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$  (ou seja sem fornecimento de N), para a avaliação da fonte de N nos experimentos subsequentes.

**TABELA 4** – Atividade da enzima redutase do nitrato (NRA) em  $\mu\text{molNO}_2^-\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  em 9 variedades de milho submetidas a 7 diferentes condições de N:  $\text{N}_1$ = 100%  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2$ = 100%  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_3$ = 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_4$ = 25%  $\text{NO}_3^-$ :75%  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_5$ = 75%  $\text{NO}_3^-$ :25%  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_6$ = 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{N}_7$ = 5%  $\text{NO}_3^-$ :5%  $\text{NH}_4^+$ .

| Variedades    | Fontes de N   |               |              |               |              |              |              |
|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|               | $\text{N}_1$  | $\text{N}_2$  | $\text{N}_3$ | $\text{N}_4$  | $\text{N}_5$ | $\text{N}_6$ | $\text{N}_7$ |
| Sol da Manhã  | 0,88cd<br>AB  | 0,86ab<br>ABC | 0,24b<br>CD  | 0,43b<br>BCD  | 1,10ab<br>A  | 0,15b<br>D   | 0,11c<br>D   |
| AL30          | 0,78d<br>A    | 0,71ab<br>A   | 0,74ab<br>A  | 0,42b<br>A    | 0,65b<br>A   | 0,16b<br>A   | 0,25bc<br>A  |
| BR106         | 1,58ab<br>A   | 1,37a<br>AB   | 0,98a<br>AB  | 0,74ab<br>BC  | 0,94ab<br>BC | 0,33b<br>C   | 0,84b<br>BC  |
| Dentado 1     | 1,18abcd<br>B | 0,51b<br>C    | 1,09a<br>BC  | 1,11a<br>BC   | 0,88ab<br>BC | 1,46a<br>AB  | 1,97a<br>A   |
| Dentado 10    | 0,94bcd<br>A  | 1,09ab<br>A   | 1,05a<br>A   | 0,96ab<br>A   | 0,86b<br>A   | 0,81ab<br>A  | 0,80b<br>A   |
| Flintisa 0    | 1,06bcd<br>A  | 0,90ab<br>AB  | 0,46ab<br>AB | 0,63ab<br>AB  | 1,04ab<br>A  | 0,33b<br>B   | 0,81b<br>AB  |
| Flintisa 7    | 1,79a<br>A    | 1,23a<br>AB   | 0,76ab<br>BC | 0,78ab<br>BC  | 0,91ab<br>BC | 0,47b<br>C   | 0,80b<br>BC  |
| Flintisa AT11 | 1,23abcd<br>A | 0,93ab<br>AB  | 0,87ab<br>AB | 0,91ab<br>AB  | 0,84b<br>AB  | 0,50b<br>B   | 0,65bc<br>AB |
| Flintisa BT11 | 1,45abc<br>AB | 1,21a<br>ABC  | 0,95a<br>ABC | 0,85ab<br>BCD | 1,54a<br>A   | 0,29b<br>D   | 0,78b<br>CD  |

CV(%) = 34,92

Variedade (DMS)5% = 0,6634

Tratamento (DMS)5% = 0,6299

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

Os resultados obtidos na análise de variância da NRA, GS e do teor de clorofila total (CT), em nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  ou combinadas, mostraram diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, entre variedades, entre tratamentos e na interação variedade x tratamento (Tabela 5).



A tabela 6 apresenta a atividade da NR em nove variedades de milho, cultivadas sob 4 diferentes fontes de N.

**TABELA 5** – Análise de variância para a atividade das enzimas redutase do nitrato (NRA), glutamina sintetase (GS) e clorofila total (CT) em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidos a 4 diferentes formas de N:  $N_1$ = 100%  $\text{NO}_3^-$ ,  $N_2$ = 100%  $\text{NH}_4^+$ ,  $N_3$ = 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e  $N_4$ = 0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$ .

| FV             | GL  | Quadrados Médios |         |          |
|----------------|-----|------------------|---------|----------|
|                |     | NR               | GS      | CT       |
| Variedade (A)  | 8   | 0,93*            | 692,88* | 8925,92* |
| Tratamento (B) | 3   | 3,06*            | 215,75* | 2318,09* |
| AXB            | 24  | 0,40*            | 96,05*  | 611,80*  |
| Resíduo        | 105 | 0,06             | 3,37    | 167,46   |
| CV(%)          |     | 27,45            | 08,25   | 07,21    |

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados obtidos com as variedades SM, F7 e FAT11, mostraram que a NRA foi melhor no tratamento  $N_1$ , seguido do tratamento  $N_3$  e  $N_2$  e o menor valor, no tratamento  $N_4$  (Tabela 6).

As variedades AL30, D1 e F0 apresentaram os maiores valores de NRA quando o fornecimento de N foi na forma 100%  $\text{NO}_3^-$  (Tabela 6).

Analisando a variedade AL30 pode-se verificar que a NRA apresentou o maior valor no tratamento  $N_1$ , seguido de  $N_3$  e o menor valor no tratamento  $N_4$ , mas semelhante a  $N_2$  (Tabela 6).

Na variedade BR106, o maior valor da NRA foi observado no tratamento  $N_3$  que foi semelhante a  $N_1$ , seguido do tratamento  $N_2$  e o menor valor no tratamento  $N_4$  (Tabela 6).

Os resultados da NRA na variedade D1, mostram que o melhor valor foi obtido no tratamento  $N_1$ , mas que é semelhante aos resultados de  $N_3$  e  $N_4$ , com menor valor para  $N_2$ . O maior valor de NRA na variedade D10 foi observado no tratamento  $N_1$ , que foi semelhante a  $N_2$ , seguido de  $N_1$ , tendo o menor valor o tratamento  $N_4$  (Tabela 6).

Na variedade F0 observou-se o melhor valor de NRA no tratamento N<sub>1</sub>, seguido de N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub>, com atividade bastante reduzida no tratamento N<sub>4</sub>. A NRA na variedade FBT11 foi a melhor no tratamento N<sub>1</sub>, seguido de N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub> e o menor valor no tratamento N<sub>4</sub> (Tabela 6).

**TABELA 6** – Atividade da enzima redutase do nitrato (NR) em  $\mu\text{molNO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 1,41bc<br>A    | 0,63a<br>BC    | 1,05b<br>AB    | 0,24b<br>C     |
| AL30          | 1,18bcd<br>A   | 0,48a<br>B     | 0,67bc<br>AB   | 0,24b<br>B     |
| BR106         | 1,02cd<br>AB   | 0,65a<br>BC    | 1,28ab<br>A    | 0,36b<br>C     |
| Dentado 1     | 2,09a<br>A     | 0,85a<br>B     | 1,80a<br>A     | 1,69a<br>A     |
| Dentado 10    | 0,56d<br>BC    | 1,02a<br>AB    | 0,39c<br>C     | 1,31a<br>A     |
| Flintisa 0    | 1,71ab<br>A    | 1,01a<br>B     | 0,80bc<br>B    | 0,04b<br>C     |
| Flintisa 7    | 1,14bcd<br>A   | 0,54a<br>BC    | 1,00bc<br>AB   | 0,15b<br>C     |
| Flintisa AT11 | 1,30bc<br>A    | 0,68a<br>BC    | 1,11b<br>AB    | 0,31b<br>C     |
| Flintisa BT11 | 1,40bc<br>A    | 1,07a<br>AB    | 0,87bc<br>BC   | 0,35b<br>C     |

CV(%) = 27,45

Variedade (DMS)5%= 0,6492

Tratamento (DMS)5%= 0,5342

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si a nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

Os resultados obtidos na análise de variância da proteína da NR e GS das nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ou combinadas,

mostrou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, entre variedades, entre tratamentos e na interação variedade x tratamento (Tabela 7).

**TABELA 7** - Análise de variância para proteína da redutase do nitrato (NR) e glutamina sintetase (GS) em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes formas de N.

| Quadrados Médios |     |          |         |
|------------------|-----|----------|---------|
| FV               | GL  | NR       | GS      |
| Bloco            | 3   |          |         |
| Variedade (A)    | 8   | 2614,83* | 488,52* |
| Tratamento (B)   | 3   | 2082,71* | 156,50* |
| A*B              | 24  | 784,94*  | 156,58* |
| Resíduo          | 143 | 43,66    | 10,75   |
| CV (%)           |     | 08,42    | 13,00   |

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 8 podem ser observados o conteúdo de proteína nas folhas de milho nas nove variedades em estudo e verificou-se que a maior quantidade por grama de tecido foi no tratamento  $N_1$ , com exceção de FAT11 ( $N_1 > N_2$ , mas estatisticamente iguais), seguido do tratamento  $N_2$  e  $N_3$  e o menor valor em  $N_4$ . Os resultados do conteúdo de proteína na folha mostraram que a melhor fonte foi 100%  $\text{NO}_3^-$ , seguido de 100%  $\text{NH}_4^+$  e que a mistura 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e sem fonte de N o conteúdo de proteína é o mais baixo, com exceção da variedade D1.

A menor atividade da GS foi observada na variedade BR106 quando as plantas foram submetidas a fonte  $N_2$  (100%  $\text{NH}_4^+$ ) e a maior atividade nas variedades AL30 e D10, quando as plantas foram crescidas no tratamento  $N_4$  (0%  $\text{NO}_3^-$ :0%  $\text{NH}_4^+$ ), ou melhor, nesse tratamento ( $N_4$ ) todas as variedades apresentaram a melhor atividade da GS (Tabela 9).

Quando ocorreu fornecimento de N para as plantas, a melhor atividade da GS foi observada no tratamento  $N_1$ , nas variedades: SM, BR106, F7, FAT11 e FBT11, no tratamento  $N_2$  nas variedades AL30 e D1, no tratamento  $N_3$  nas variedades D10 e F0. Esses resultados da

atividade da GS bem menores (chegando a 1/10 em F0, tratamento N<sub>2</sub>), quando plantas são crescidas em condições de N, na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, podem indicar que o tecido foliar já pode estar com a sua reserva de glutamina em bom nível e a GS estar reprimida, conforme (RHODES *et al.*, 1975), pois esta é uma enzima reprimida pelo produto final.

O teor de proteína do extrato preparado para o ensaio da GS nas nove variedades de milho são apresentados na Tabela 10. Os maiores teores de proteína foram observados nas variedades SM (tratamento N<sub>1</sub>) e AL30 (tratamentos N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>).

Observando a Tabela 10 pode-se verificar que o teor de proteína é alto, nas variedades AL30, BR106 e D10, mostrando relação entre atividade da GS e quantidade de proteína.

A Tabela 11 mostra os níveis do teor de clorofila total em 9 variedades de milho submetidas a quatro diferentes condições de N. Esses dados mostram que nas variedades AL30, BR106 e D1 o nitrogênio pareceu não ter efeito no conteúdo de clorofila total, tendo sido observado valores semelhantes nos quatro tratamentos, mas nas variedades SM, F0, F7 e FBT11 que apresentaram menor teor de clorofila no tratamento N<sub>4</sub> e nas variedades D10 e FAT11, no tratamento N<sub>3</sub>.

AL30 mostrou o maior valor de clorofila total no tratamento N<sub>1</sub> (Tabela 11).

Esses dados podem sugerir que nas variedades AL30, BR106 e D1, o teor de clorofila total não apresentou relação com a disponibilidade de nitrogênio, embora (MUCHOW e DAVIS, 1988), tenham sugerido que este seja um fator que influi na área foliar, longevidade da folha e uso eficiente da luz, o que poderia significar maior atividade fotossintética e conseqüentemente, maior disponibilidade de esqueletos carbônicos para incorporar o nitrogênio inorgânico, o que levaria a uma maior acumulação de matéria orgânica.

Os resultados obtidos na análise de variância para massa seca de folhas, de caule e de raiz, em nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ou combinadas, mostraram diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste F na variável massa seca de folha entre variedades, entre tratamentos e na interação variedade x tratamento; na variável massa seca de caule entre variedades, entre tratamentos e na interação variedade x tratamento e na variável massa seca de raiz apenas na variedade e entre tratamentos. (Tabela 12).

**TABELA 8** – Níveis quantitativos de proteína em folhas da NR (mg/g) em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 118,69b<br>A   | 86,73bc<br>B   | 72,02ab<br>C   | 57,64b<br>D    |
| AL30          | 120,55b<br>A   | 86,89bc<br>B   | 73,53ab<br>C   | 56,95b<br>D    |
| BR106         | 147,28a<br>A   | 132,56a<br>B   | 84,53a<br>C    | 49,35bc<br>D   |
| Dentado 1     | 100,26cd<br>A  | 85,37bc<br>BC  | 73,69ab<br>C   | 97,22a<br>AB   |
| Dentado 10    | 92,30d<br>A    | 80,63bcd<br>AB | 76,08ab<br>B   | 38,69cd<br>C   |
| Flintisa 0    | 89,26d<br>A    | 78,78bcd<br>AB | 70,66ab<br>B   | 46,98bc<br>C   |
| Flintisa 7    | 93,15d<br>A    | 72,17cd<br>B   | 64,57b<br>B    | 31,59d<br>C    |
| Flintisa AT11 | 87,58d<br>A    | 91,47b<br>A    | 72,53ab<br>B   | 39,54cd<br>C   |
| Flintisa BT11 | 108,38bc<br>A  | 69,48d<br>B    | 47,31c<br>C    | 30,73d<br>D    |

CV(%) = 08,42

Variedade (DMS)5%= 14,7363

Tratamento (DMS)5%= 12,1715

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 9** – Atividade da enzima glutamina sintetase (GS) em  $\mu\text{mol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$  em milho nas variedades: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\% \text{NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{NO}_3^-:50\% \text{NH}_4^+$  e  $N_4 = 0\% \text{NO}_3^-:0\% \text{NH}_4^+$ .

| Variedades    | Fontes de N   |              |              |              |
|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|               | $N_1$         | $N_2$        | $N_3$        | $N_4$        |
| SM            | 12,30cde<br>B | 08,06d<br>C  | 10,84c<br>BC | 55,49c<br>A  |
| AL30          | 10,18e<br>C   | 17,85b<br>B  | 07,53c<br>C  | 71,17a<br>A  |
| BR106         | 15,33bcd<br>B | 06,43d<br>C  | 06,96c<br>C  | 57,23c<br>A  |
| Dentado 1     | 11,63de<br>B  | 13,48c<br>B  | 07,22c<br>C  | 67,91ab<br>A |
| Dentado 10    | 29,10a<br>C   | 31,39a<br>BC | 34,66a<br>B  | 71,88a<br>A  |
| Flintisa 0    | 08,46e<br>BC  | 06,77d<br>C  | 10,15c<br>B  | 64,83b<br>A  |
| Flintisa 7    | 15,94bc<br>B  | 10,08cd<br>C | 15,09b<br>B  | 56,72c<br>A  |
| Flintisa AT11 | 11,63de<br>B  | 08,88d<br>B  | 09,17c<br>B  | 47,20d<br>A  |
| Flintisa BT11 | 16,93b<br>B   | 10,23cd<br>C | 10,93c<br>C  | 66,45b<br>A  |

CV(%) = 07,21

Variedade (DMS)5%= 4,0960

Tratamento (DMS)5%=3,3831

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 10** – Níveis quantitativos de proteína em extrato da glutamina sintetase (GS) em mg.proteína.g<sup>-1</sup>.f<sup>1</sup> em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 49,49a<br>A    | 27,36ab<br>B   | 28,38bc<br>B   | 16,41d<br>C    |
| AL30          | 24,93c<br>B    | 31,21a<br>B    | 47,19a<br>A    | 44,89a<br>A    |
| BR106         | 20,26c<br>BC   | 19,12bcd<br>C  | 31,97b<br>A    | 27,24bc<br>AB  |
| Dentado 1     | 26,76c<br>A    | 14,32d<br>B    | 27,71bc<br>A   | 15,33d<br>B    |
| Dentado 10    | 21,96c<br>A    | 12,21d<br>B    | 20,67cd<br>A   | 18,17d<br>AB   |
| Flintisa 0    | 36,50b<br>A    | 25,54abc<br>B  | 28,86bc<br>B   | 27,98bc<br>B   |
| Flintisa 7    | 18,62c<br>A    | 17,40cd<br>A   | 15,37d<br>A    | 22,00bcd<br>A  |
| Flintisa AT11 | 26,16c<br>A    | 26,19ab<br>A   | 26,19bc<br>A   | 29,04b<br>A    |
| Flintisa BT11 | 22,54c<br>A    | 25,75abc<br>A  | 14,15d<br>B    | 19,73cd<br>AB  |

CV(%) = 13,00

Variedade (DMS)5%= 8,5779

Tratamento (DMS)5%= 7,0583

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 11** – Níveis de clorofila total em (mg/g) em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                 |                |
|---------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub>  | N <sub>4</sub> |
| SM            | 195,87ab<br>A  | 172,39ab<br>AB | 165,32ab<br>B   | 168,90ab<br>B  |
| AL30          | 201,52a<br>A   | 179,37a<br>A   | 177,85a<br>A    | 180,92a<br>A   |
| BR106         | 169,32bc<br>A  | 151,09abc<br>A | 153,22abc<br>A  | 170,89ab<br>A  |
| Dentado 1     | 158,09c<br>A   | 148,92bc<br>A  | 155,50abc<br>A  | 142,37bc<br>A  |
| Dentado 10    | 165,32c<br>A   | 165,02ab<br>A  | 138,55bcd<br>B  | 170,48ab<br>A  |
| Flintisa 0    | 155,05c<br>A   | 128,92cd<br>B  | 116,20d<br>B    | 111,47d<br>B   |
| Flintisa 7    | 164,27c<br>A   | 160,29ab<br>AB | 138,55bcd<br>BC | 116,54cd<br>C  |
| Flintisa AT11 | 125,82d<br>AB  | 127,17cd<br>AB | 110,54d<br>B    | 134,47cd<br>A  |
| Flintisa BT11 | 113,15d<br>AB  | 108,40d<br>B   | 133,42cd<br>A   | 106,27d<br>B   |

CV(%) = 08,65

Variedade (DMS)5%= 28,8580

Tratamento (DMS)5%= 23,8354

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.



**TABELA 12** - Análise de variância para massa seca de folha, caule e raiz em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes formas de N cultivadas em casa de vegetação.

| FV             | GL  | Quadrados Médios |          |          |
|----------------|-----|------------------|----------|----------|
|                |     | Folha            | Caule    | Raiz     |
| Bloco          | 3   |                  |          |          |
| Variedade (A)  | 8   | 1,7751*          | 6,1652*  | 5,4423*  |
| Tratamento (B) | 3   | 2,5686*          | 12,7034* | 15,2437* |
| A*B            | 24  | 0,4747*          | 2,5631*  | 1,2010   |
| Resíduo        | 105 | 0,2736           | 1,4400   | 0,8403   |
| CV (%)         |     | 33,18            | 64,60    | 54,23    |

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os dados da Tabela 13 mostram que o maior valor de massa da matéria seca de folha foi observado na variedade BR106 quando o tratamento utilizado foi  $N_2$  ( $100\%NH_4^+$ ) e o menor valor na variedade FBT11 no tratamento  $N_3$ .

As variedades SM, BR106, D1, F0, F7 e FAT11 apresentaram valores de massa de matéria seca de folha, semelhante em todos os tratamentos utilizados (Tabela 13).

A variedade AL30 apresentou o maior valor de massa de matéria seca em folha, no tratamento  $N_2$ , sendo  $N_1$ ,  $N_3$  e  $N_4$  semelhantes estatisticamente (Tabela 13).

Em D10 a matéria seca de folha foi semelhante nos tratamentos  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_3$ , sendo observada a menor massa de matéria seca no tratamento  $N_4$  (sem fornecimento de N) (Tabela 13).

Na variedade FBT11, o maior valor em massa de matéria seca de folha foi observado no tratamento  $N_2$  e o menor valor no tratamento  $N_3$  (Tabela 13).

**TABELA 13** – Massa da matéria seca de folhas (g) em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\% \text{ NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{ NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{ NO}_3^-:50\% \text{ NH}_4^+$  e  $N_4 = 0\% \text{ NO}_3^-:0\% \text{ NH}_4^+$ . A avaliação foi realizada aos 28 dias após a semeadura.

|               | Fontes de N            |              |              |             |
|---------------|------------------------|--------------|--------------|-------------|
|               | $N_1$                  | $N_2$        | $N_3$        | $N_4$       |
| Variedades    |                        |              |              |             |
| SM            | 0,82b<br>A             | 1,67bc<br>A  | 1,15ab<br>A  | 1,17a<br>A  |
| AL30          | 1,05b<br>B             | 2,77ab<br>A  | 1,55ab<br>B  | 1,42a<br>B  |
| BR106         | 1,95ab<br>A            | 2,87a<br>A   | 2,00a<br>A   | 1,92a<br>A  |
| Dentado 1     | 2,25 <sup>a</sup><br>A | 1,50c<br>A   | 2,00a<br>A   | 1,85a<br>A  |
| Dentado 10    | 1,87ab<br>AB           | 2,20abc<br>A | 1,60ab<br>AB | 1,17a<br>B  |
| Flintisa 0    | 1,55ab<br>A            | 1,70bc<br>A  | 1,22ab<br>A  | 1,42a<br>A  |
| Flintisa 7    | 1,45ab<br>A            | 1,50c<br>A   | 1,70ab<br>A  | 1,40a<br>A  |
| Flintisa AT11 | 1,42ab<br>A            | 1,52c<br>A   | 1,32ab<br>A  | 0,95a<br>A  |
| Flintisa BT11 | 1,00b<br>B             | 1,97abc<br>A | 0,75b<br>B   | 1,02a<br>AB |

CV(%) = 33,18

Variedade (DMS)5%= 1,1665

Tratamento (DMS)5%= 0,9635

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

Os dados da Tabela 14 indicam que nas variedades SM, AL30, BR106, F0, F7, FAT11 e FBT11 os valores de massa de matéria seca de caule foram estatisticamente semelhantes em todos os tratamentos utilizados. Na variedade D1, o maior valor de massa de matéria seca de caule foi observado em  $N_1$  seguido de  $N_2$  e  $N_3$ , e o menor valor no tratamento utilizado  $N_4$ .

Em D10, o tratamento  $N_2$  proporcionou o maior valor de massa de matéria seca de caule e o menor valor nas plantas submetidas ao tratamento  $N_4$  (Tabela 14).

**TABELA 14** – Massa da matéria seca de caule (g) em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\% \text{NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{NO}_3^-:50\% \text{NH}_4^+$  e  $N_4 = 0\% \text{NO}_3^-:0\% \text{NH}_4^+$ .

| Variedades    | Fontes de N  |              |             |            |
|---------------|--------------|--------------|-------------|------------|
|               | $N_1$        | $N_2$        | $N_3$       | $N_4$      |
| SM            | 1,80ab<br>A  | 3,50ab<br>A  | 2,07ab<br>A | 1,97a<br>A |
| AL30          | 1,95ab<br>A  | 3,20ab<br>A  | 3,75a<br>A  | 2,70a<br>A |
| BR106         | 1,85ab<br>A  | 1,95ab<br>A  | 3,12ab<br>A | 1,52a<br>A |
| Dentado 1     | 4,35a<br>A   | 2,22ab<br>AB | 1,57ab<br>B | 0,92a<br>B |
| Dentado 10    | 1,95ab<br>AB | 4,05a<br>A   | 1,45ab<br>B | 0,47a<br>B |
| Flintisa 0    | 1,77ab<br>A  | 2,02ab<br>A  | 1,35ab<br>A | 0,87a<br>A |
| Flintisa 7    | 0,95b<br>A   | 2,07ab<br>A  | 2,32ab<br>A | 0,52a<br>A |
| Flintisa AT11 | 0,82b<br>A   | 1,22b<br>A   | 1,57ab<br>A | 0,42a<br>A |
| Flintisa BT11 | 0,62b<br>A   | 2,50ab<br>A  | 0,95b<br>A  | 0,45a<br>A |

CV(%) = 64,60

Variedade (DMS)5%= 2,6760

Tratamento (DMS)5%= 2,2103

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

Na Tabela 15 pode-se observar que o maior valor de massa da matéria seca de raiz foi na variedade AL30, no tratamento  $N_2$ .

Uma particularidade em relação à massa da matéria seca da raiz, é que em todas as variedades, no tratamento  $N_4$ , observou-se o menor valor, com exceção da variedade FBT11. A massa da matéria seca da raiz nas variedades SM, AL30, BR106, D10 e FAT11 foi maior no tratamento  $N_2$ , com valores um pouco menores nos tratamentos  $N_1$  e  $N_3$  (Tabela 15).

Na variedade D1 a maior quantidade de matéria seca foi observada no tratamento  $N_1$  e um pouco menores nos tratamentos  $N_2$  e  $N_3$ , mostrando que a variedade aceitou melhor a fonte de N, na forma de  $NO_3^-$ . Já na variedade D10 a melhor fonte foi o amônio no crescimento da raiz, mas estatisticamente semelhante ao tratamento  $N_1$  e  $N_3$  (Tabela 15).

Nas variedades F0 e F7, os melhores resultados em matéria seca foram observados nos tratamentos  $N_2$  e  $N_3$  e na variedade FBT11 apenas no tratamento  $N_2$  e crescimento reduzido nos tratamentos  $N_1$  e  $N_3$  (Tabela 15). Os resultados observados em FBT11, parecem indicar que essa variedade apresenta preferência por amônio como fonte de N.

Os resultados da Tabela 16 mostram através da acumulação da matéria seca, que a planta que mais cresceu foi a da variedade D1 e AL30, nos tratamentos  $N_1$  e  $N_2$  respectivamente. A média dos tratamentos mostra também que a fonte de N preferida foi  $NH_4^+$ . Por outro lado, as variedades BR106, F0, F7 e FAT11, não apresentaram preferência pela fonte de N, quando se trata do crescimento (Tabela 16).

A Tabela 16 mostra que nas variedades SM, AL30, D10 e FBT11 o maior crescimento foi observado no tratamento  $N_2$  e menores nos tratamentos  $N_1$ ,  $N_3$  e  $N_4$ . Na variedade D1 o maior crescimento ocorreu no tratamento  $N_2$  e menor crescimento nos tratamentos  $N_1$ ,  $N_3$  e  $N_4$ , em ordem decrescente no valor.

Os resultados obtidos na análise de variância da altura, número de folhas e altura de inserção da espiga das nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas,  $NO_3^-$  ou  $NH_4^+$  ou combinadas, mostrou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, na variável altura de plantas entre variedades, entre tratamentos e na interação variedade x tratamento e na variável altura de inserção da espiga apenas entre variedades e na interação variedade x tratamento (Tabela 17).

**TABELA 15** – Massa da matéria seca de raiz (g) em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 1,00cd<br>B    | 3,47ab<br>A    | 1,50bc<br>B    | 0,77b<br>C     |
| AL30          | 2,95ab<br>B    | 4,10a<br>A     | 2,02ab<br>B    | 1,77a<br>C     |
| BR106         | 1,60c<br>B     | 2,55bc<br>A    | 1,67bc<br>B    | 0,72b<br>C     |
| Dentado 1     | 3,57a<br>A     | 2,30bc<br>B    | 2,35ab<br>B    | 0,90b<br>C     |
| Dentado 10    | 1,55c<br>AB    | 2,25bc<br>A    | 1,57bc<br>AB   | 0,72b<br>C     |
| Flintisa 0    | 1,37c<br>B     | 2,75bc<br>A    | 2,57a<br>A     | 1,77a<br>B     |
| Flintisa 7    | 1,05cd<br>A    | 1,55d<br>A     | 1,52bc<br>A    | 0,50c<br>B     |
| Flintisa AT11 | 0,87de<br>B    | 1,60d<br>A     | 1,25c<br>AB    | 0,50c<br>BC    |
| Flintisa BT11 | 0,62e<br>B     | 2,15bc<br>A    | 0,62d<br>B     | 0,75b<br>B     |

CV(%) =54,23

Variedade (DMS)5%= 1,0380

Tratamento (DMS)5%= 0,7500

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 16** – Massa da matéria seca da planta inteira (g) em 9 variedades de milho: ‘Sol da Manhã’, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\%NO_3^-$ ,  $N_2 = 100\%NH_4^+$ ,  $N_3 = 50\%NO_3^-:50\%NH_4^+$  e  $N_4 = 0\%NO_3^-:0\%NH_4^+$ .

| Variedades    | Fontes de N |             |             |            |
|---------------|-------------|-------------|-------------|------------|
|               | $N_1$       | $N_2$       | $N_3$       | $N_4$      |
| SM            | 3,62b<br>B  | 8,65ab<br>A | 4,72ab<br>B | 3,92a<br>B |
| AL30          | 5,95ab<br>B | 10,07a<br>A | 7,32a<br>AB | 5,90a<br>B |
| BR106         | 5,40b<br>A  | 7,40ab<br>A | 6,80a<br>A  | 4,17a<br>A |
| Dentado 1     | 10,17a<br>A | 6,05ab<br>B | 5,92ab<br>B | 3,67a<br>B |
| Dentado 10    | 5,37b<br>AB | 8,50ab<br>A | 4,62ab<br>B | 2,37a<br>B |
| Flintisa 0    | 4,70b<br>A  | 6,47ab<br>A | 5,15ab<br>A | 4,07a<br>A |
| Flintisa 7    | 3,45b<br>A  | 4,87b<br>A  | 5,55ab<br>A | 2,42a<br>A |
| Flintisa AT11 | 3,12b<br>A  | 4,35b<br>A  | 4,15ab<br>A | 1,87a<br>A |
| Flintisa BT11 | 2,25b<br>B  | 6,62ab<br>A | 2,32b<br>B  | 2,22a<br>B |

CV(%) = 39,20

Variedade (DMS)5%= 4,4690

Tratamento (DMS)5%= 3,6912

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 17-** Análise de variância para número de folhas (NF), altura de plantas (A) e altura de inserção de espiga (AIE) em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” no campo submetidas a 4 diferentes formas de N.

| FV             | GL  | Quadrados Médios |         |         |
|----------------|-----|------------------|---------|---------|
|                |     | NF               | AP(m)   | AIE(m)  |
| Bloco          | 2   |                  |         |         |
| Variedade (A)  | 8   | 2,1129           | 0,2902* | 0,0704* |
| Tratamento (B) | 3   | 1,3061           | 0,1821* | 0,0363  |
| A*B            | 24  | 3,3839           | 0,1516* | 0,0922* |
| Resíduo        | 539 | 2,2869           | 0,0670  | 0,031   |
| CV (%)         |     | 09,92            | 10,69   | 14,93   |

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A Tabela 18 apresenta os dados de número de folhas médio por planta, em cada variedade e em cada tratamento. A característica número de folha avaliado foi estatisticamente semelhante indicando não haver diferença entre as variedades e os tratamentos utilizados, sendo o maior valor de número de folhas observado na variedade D1 no tratamento 100%  $\text{NO}_3^-$  e na variedade FBT11 quando o tratamento utilizado foi a mistura 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  (Tabela 18).

Conforme mostra a Tabela 19, a variedade D1 apresentou a maior altura de planta quando submetido a 100%  $\text{NH}_4^+$ , e a menor altura foi verificada na variedade SM quando tratada com 100%  $\text{NH}_4^+$ . Nas variedades AL30, BR106, D10, F7, FAT11 e FBT11 a altura das plantas foi semelhante nos quatro tratamentos utilizados. A variedade D1 mostrou-se sensível à ausência de N, mostrando uma menor altura no tratamento  $\text{N}_4$ .

**TABELA 18** –Número médio de folhas em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, cultivadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS. Medida realizada aos 75 dias após a semeadura.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 15,66a         | 15,13a         | 15,46a         | 14,93a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| AL30          | 15,66a         | 15,00a         | 14,46a         | 15,20a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| BR106         | 14,26a         | 14,86a         | 15,06a         | 15,33a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Dentado 1     | 16,13a         | 15,26a         | 15,33a         | 14,33a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Dentado 10    | 15,26a         | 14,60a         | 15,46a         | 15,06a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa 0    | 15,33a         | 15,66a         | 14,93a         | 15,86a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa 7    | 15,26a         | 15,06a         | 15,60a         | 15,20a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa AT11 | 14,66a         | 15,33a         | 15,80a         | 15,53a         |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa BT11 | 15,13a         | 15,06a         | 16,00a         | 15,66a         |
|               | A              | A              | A              | A              |

CV(%) = 09,92

Variedade (DMS)5%= 0,4504

Tratamento (DMS)5%= 0,4202

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.



**TABELA 19** – Média de altura (m) de plantas em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cultivadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS. Medida realizada aos 75 dias após a semeadura.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 2,40ab<br>A    | 2,13c<br>B     | 2,40a<br>A     | 2,22a<br>AB    |
| AL30          | 2,53a<br>A     | 2,47ab<br>A    | 2,53a<br>A     | 2,50ab<br>A    |
| BR106         | 2,19b<br>A     | 2,35bc<br>A    | 2,37a<br>A     | 2,37ab<br>A    |
| Dentado 1     | 2,51a<br>AB    | 2,64a<br>A     | 2,36a<br>BC    | 2,28b<br>C     |
| Dentado 10    | 2,42ab<br>A    | 2,41abc<br>A   | 2,54a<br>A     | 2,39ab<br>A    |
| Flintisa 0    | 2,33ab<br>B    | 2,38abc<br>AB  | 2,52a<br>AB    | 2,61a<br>A     |
| Flintisa 7    | 2,53a<br>A     | 2,43ab<br>A    | 2,51a<br>A     | 2,32b<br>A     |
| Flintisa AT11 | 2,35ab<br>A    | 2,37abc<br>A   | 2,55a<br>A     | 2,46ab<br>A    |
| Flintisa BT11 | 2,35ab<br>A    | 2,41ab<br>A    | 2,47a<br>A     | 2,43ab<br>A    |

CV(%) = 10,69

Variedade (DMS)5%= 0,2784

Tratamento (DMS)5%= 0,2314

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

Os dados da Tabela 20 mostram que a variedade F7 apresentou a maior altura de inserção da espiga quando tratada com N<sub>1</sub> (100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sendo que a variedade D10 registrou a menor altura quando o tratamento utilizado foi N<sub>4</sub> (0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

As variedades BR106, D1, F0 e FBT11 tiveram a altura de inserção da espiga semelhantes em todos os tratamentos utilizados. Já as variedades SM e AL30 mostraram ter as maiores alturas de inserção da espiga quando o tratamento utilizado foi a mistura (50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

:50%  $\text{NH}_4^+$ ). A variedade FAT11 a maior altura de inserção da espiga quando o tratamento utilizado foi 100%  $\text{NO}_3^-$  (Tabela 20).

Os resultados obtidos na análise de variância para rendimento de grãos e massa da matéria seca em nove variedades de milho cultivadas sob nitrogênio nas formas,  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  ou combinadas, mostrou diferença significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas entre variedades (Tabela 21).

Os dados da Tabela 22 mostram que a maior massa da matéria seca de grãos de uma planta foi observado na variedade AL30 quando as plantas foram tratadas com  $\text{N}_3$  (50%  $\text{NO}_3^-$  :50%  $\text{NH}_4^+$ ) e o menor na variedade F0 no tratamento  $\text{N}_1$  (100%  $\text{NO}_3^-$ ). As variedades que mostraram os menores valores de massa da matéria seca de grãos por planta foram: F0, FAT11 e FBT11.

A massa da matéria seca em grãos por planta na variedade AL30 foi que BR106, que foi maior que D10, que foi maior que SM, que foi maior que F7 igual a D1, que foi maior que FAT11, que foi maior que FBT11 e menor em F0 (Tabela 22).

Conforme pode ser observado na Tabela 23, os dados de produtividade não apresentaram na análise, diferença estatisticamente significativa. Porém permitem algumas análises.

Os melhores resultados em rendimento de grãos foram alcançados na variedade AL30 (tratamento  $\text{N}_2$ ) com 10510 kg/ha, FAT11 (tratamento  $\text{N}_3$ ) com 10647 kg/ha e FBT11 com 10468, 10462 e 10147 kg/ha nos tratamentos  $\text{N}_1$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{N}_3$ , respectivamente (Tabela 23).

Na variedade SM o maior rendimento foi observado no tratamento  $\text{N}_1$  (8539 kg/ha), na variedade AL30 no tratamento  $\text{N}_2$  (10510 kg/ha), na variedade BR106 em  $\text{N}_4$  (7719 kg/ha), nas variedades D1, D10, F0, F7 e FAT11 no tratamento  $\text{N}_3$  (9856, 8817, 7784, 8088, 10647 kg/ha, respectivamente), na variedade FBT11 nos tratamentos  $\text{N}_1$ ,  $\text{N}_2$  e  $\text{N}_3$  (10.468, 10.462 e 10.447 kg/ha, respectivamente). Esses resultados mostram que SM respondeu melhor a  $\text{NO}_3^-$ , AL30 a  $\text{NH}_4^+$ , BR106 foi indiferente às fontes de N ou mesmo ao N aplicado, que D1, D10, F0, F7 e FAT11, foram melhores na mistura 50%  $\text{NO}_3^-$ :50%  $\text{NH}_4^+$  e a variedade FBT11 respondeu bem à fonte na forma  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  ou ainda à mistura  $\text{NO}_3^-$ : $\text{NH}_4^+$  (Tabela 23).

**TABELA 20** – Médias de altura (m) de inserção da espiga em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\% \text{ NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{ NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{ NO}_3^-:50\% \text{ NH}_4^+$  e  $N_4 = 0\% \text{ NO}_3^-:0\% \text{ NH}_4^+$ , cultivadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS. Medida realizada aos 106 dias após a semeadura, início da senescência.

| Variedades    | Fontes de N |             |              |              |
|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|               | $N_1$       | $N_2$       | $N_3$        | $N_4$        |
| SM            | 1,07b<br>B  | 1,19a<br>AB | 1,29ab<br>A  | 1,11ab<br>B  |
| AL30          | 1,17ab<br>B | 1,24a<br>AB | 1,34a<br>A   | 1,21a<br>AB  |
| BR106         | 1,17ab<br>A | 1,20a<br>A  | 1,19abc<br>A | 1,21a<br>A   |
| Dentado 1     | 1,22ab<br>A | 1,17a<br>A  | 1,16abc<br>A | 1,21a<br>A   |
| Dentado 10    | 1,30a<br>A  | 1,26a<br>A  | 1,07c<br>B   | 1,01b<br>B   |
| Flintisa 0    | 1,18ab<br>A | 1,25a<br>A  | 1,25abc<br>A | 1,24a<br>A   |
| Flintisa 7    | 1,31a<br>A  | 1,18a<br>AB | 1,15abc<br>B | 1,18ab<br>AB |
| Flintisa AT11 | 1,27a<br>A  | 1,20a<br>AB | 1,11bc<br>B  | 1,11ab<br>AB |
| Flintisa BT11 | 1,06b<br>A  | 1,10a<br>A  | 1,16abc<br>A | 1,19ab<br>A  |

CV(%) = 14,93

Variedade (DMS)5%= 0,1911

Tratamento (DMS)5%= 0,1588

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

**TABELA 21** - Análise de variância para rendimento de grãos e massa da matéria seca de grãos em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” no campo submetidas a 4 diferentes formas de N, cultivadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS.

| Quadrados Médios |    |             |                     |
|------------------|----|-------------|---------------------|
| FV               | GL | Produção    | Massa Seca de Grãos |
| Bloco            | 2  |             |                     |
| Variedade (A)    | 8  | 7428065,47* | 168763,85*          |
| Tratamento (B)   | 3  | 4430078,74  | 61739,40            |
| A*B              | 24 | 2199400,76  | 42970,94            |
| Resíduo          | 70 | 2642263,77  | 33173,04            |
| CV (%)           |    | 32,61       | 17,77               |

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 22** – Médias de massa da matéria seca (g) de grãos produzidos por uma planta em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N:  $N_1 = 100\% \text{NO}_3^-$ ,  $N_2 = 100\% \text{NH}_4^+$ ,  $N_3 = 50\% \text{NO}_3^- : 50\% \text{NH}_4^+$  e  $N_4 = 0\% \text{NO}_3^- : 0\% \text{NH}_4^+$  cultivadas na Fazenda de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS. Avaliações realizadas aos 106 dias após a semeadura.

| Variedades    | Fontes de N |         |         |         |
|---------------|-------------|---------|---------|---------|
|               | $N_1$       | $N_2$   | $N_3$   | $N_4$   |
| SM            | 134,31a     | 84,75a  | 112,21a | 85,88a  |
|               | A           | A       | A       | A       |
| AL30          | 110,87a     | 125,05a | 136,71a | 112,68a |
|               | A           | A       | A       | A       |
| BR106         | 128,78a     | 101,95a | 116,23a | 112,91a |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Dentado 1     | 102,41a     | 113,61a | 100,85a | 92,98a  |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Dentado 10    | 106,01a     | 110,30a | 108,08a | 104,96a |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Flintisa 0    | 68,29a      | 76,83a  | 99,46a  | 87,10a  |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Flintisa 7    | 97,81a      | 96,08a  | 120,90a | 97,76a  |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Flintisa AT11 | 85,63a      | 103,63a | 91,50a  | 101,41a |
|               | A           | A       | A       | A       |
| Flintisa BT11 | 99,55a      | 83,36a  | 91,43a  | 85,63a  |
|               | A           | A       | A       | A       |

CV(%) = 17,77

Variedade (DMS)5%= 132,05

Tratamento (DMS)5%= 130,65

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

A análise das Tabelas 6 e 23, permite verificar que na variedade SM, D1, FAT11 e FBT11, quando a NRA é alta, também é alta a produtividade. Reed e Hageman (1980), mostraram que em uma população que apresenta NRA baixa também apresenta baixa produção e baixa eficiência no uso do N aplicado no solo.

Por outro lado, a análise dos resultados da Tabela 8 e da Tabela 23, não permite relacionar valores altos da GS com a alta produtividade.

Pelas Tabelas 20 e 23, verifica-se que nas variedades D1, D10, F7, FAT11 e FBT11 observou-se menor altura de inserção da espiga e maior produtividade.

Pelas Tabelas 11 e 23 observa-se que apenas nas variedades SM, BR106, D1 e D10 ocorreu uma relação positiva entre o conteúdo de clorofila e produtividade.

O maior valor em acumulação de matéria seca na planta inteira (Tabela 16), nas variedades SM (N<sub>2</sub>), AL30 (N<sub>2</sub>), BR106 (N<sub>2</sub>), D10 (N<sub>2</sub>), F0 (N<sub>2</sub>) e FBT11 (N<sub>2</sub>) apresentaram também maior rendimento em grãos (Tabela 23), o que sugere que a acumulação de matéria seca na fase inicial do crescimento parece ser fator importante na produtividade.

**TABELA 23** – Rendimento em grãos em kg/ha em 9 variedades de milho: “Sol da Manhã”, “AL30”, “BR106”, “Dentado 1”, “Dentado 10”, “Flintisa 0”, “Flintisa 7”, “Flintisa Alta Tecnologia 11” e “Flintisa Baixa Tecnologia 11” submetidas a 4 diferentes fontes de N: N<sub>1</sub>= 100% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>= 100%NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N<sub>3</sub>= 50% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:50% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N<sub>4</sub>= 0% NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0% NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cultivadas na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa no município de Selvíria – MS.

| Variedades    | Fontes de N    |                |                |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | N <sub>1</sub> | N <sub>2</sub> | N <sub>3</sub> | N <sub>4</sub> |
| SM            | 8579a          | 4788a          | 7652a          | 4936a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| AL30          | 8067a          | 10510a         | 9549a          | 8943a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| BR106         | 6749a          | 6565a          | 6084a          | 7719a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Dentado 1     | 9040a          | 6544a          | 9856a          | 7200a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Dentado 10    | 7703a          | 6315a          | 8817a          | 8276a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa 0    | 5723a          | 6084a          | 7784a          | 5650a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa 7    | 6578a          | 6736a          | 8088a          | 7633a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa AT11 | 4559a          | 9284a          | 10647a         | 8149a          |
|               | A              | A              | A              | A              |
| Flintisa BT11 | 10468a         | 10462a         | 10147a         | 8492a          |
|               | A              | A              | A              | A              |

CV(%) = 32,61

Variedade (DMS)5%= 3321,34

Tratamento (DMS)5%= 1821,96

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na vertical refere-se a variedade e letras maiúsculas na horizontal ao tratamento.

## 5 – CONCLUSÕES

As possíveis conclusões que este trabalho permitiu chegar foram:

- que variedades que apresentam NRA baixa também apresentam baixa produção e baixa eficiência no uso do N aplicado no solo;
- nas variedades SM, D1, FAT11 e FBT11, quando a NRA é alta, também é alta a produtividade;
- nas variedades SM, BR106, D1 e D10 ocorre uma relação positiva entre conteúdo de clorofila e produtividade;
- o maior acúmulo de matéria seca na planta na fase inicial do ciclo, nas variedades SM, AL30, BR106, D10, F0 e FBT11 apresentam também maior rendimento em grãos; o que sugere que a acumulação de matéria seca na fase inicial do crescimento é fator importante na produtividade ;
- nas variedades D1 e D10 a relação entre NRA e GS é direta e
- SM, AL30, F0, F7, FAT11 e FBT11, a relação entre NRA e GS é inversa.



## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. & CANTARELLA, H. Leguminosas e Oleaginosas. In: RAIJ, B. van *et al.* (eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, p. 187-203, 1996
- ARNON, D.I. Cooper enzymes in insolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Rockville, v.24, p.1-15, 1949.
- BELOW, F.E. Physiology, nutrition, and nitrogen fertilization of corn in the United States. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO NITROGENADA E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL, Piracicaba, 2000. **Anais...**Piracicaba: POTAFOS, 2000.
- BEUCAMP, E.G.; KANNENBERG, L.W. & HUNTER, R.B. Nitrogen accumulation and translocation in crop genotypes following silking. **Agronomy Journal**, v.68, p.418-422, 1976.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-54, 1976.
- BULL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: CANTARELLA, H. (Ed) **Cultura do Milho: Fatores que afetam a produtividade**, Piracicaba, Potafos, v.2, p.63-145, 1993.
- CAMARGO, L.S. Análise das alterações no metabolismo de nitrogênio em *Canavalia ensiformes* (L.) em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida. Piracicaba: ESALQ, p.1-3, **Tese de Mestrado**, 2003.
- EGHBALL, B. & MARANVILLE, J.W. Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined water and nitrogen stress. **Agronomy Journal**, v.85, p.147-152, 1993.
- EICHELBERGER, K.D., LAMBERT, R.J., BELOW, F.E. & HAGEMAN, R.H. Divergent phenotypic recurrent selection for nitrate reductase activity in maize. II Efficient use of fertilizer nitrogen, **Crop Science**, v.29, p.1398-1402, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, p.412, 1999.

FERNANDES, M.S. MAGALHÃES, J.R.; MACHADO, A.T. & SILVEIRA, J.A.G. Nitrogen assimilation efficiency in maize genotypes under ammonia stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, p.163-166, 1993.

GOODMAN, M.M. & SMITH, J.S.C. **Botânica**. In: PATTERNIANI, E.(coord) Melhoramento e produção de milho no Brasil, Piracicaba: ESALQ, p.32-70, 1978.

HERNANDES, F.B.T; LEMOS FILHO, M.A .F.; BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira: UNESP/FEIS – **Área de Hidráulica e Irrigação**, 1995, 45p. (Série irrigação, 1).

HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without Soil. Berkeley, University of California, **Agriculture Experimental Station**, p.1-39 (Circular,.347), 1939.

LI, X.Z.; DAWN, E.; LARSON, M.G. & OAKS, A . Effect of glutamine on the induction of nitrate reductase, **Physiologia Plantarum**, v.93, p.740-744, 1995.

MacCULLOUGH, D.E.; GIRARDIN, P.H.; MIHAJLOVIC, M.; AGUILERA, A. & TOLLENAR, M. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new hybrid. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.74, p.471-477, 1994.

MACHADO, A .T. & FERNANDES, M.S. Nitrogen assimilation efficiency in maize genotypes under ammonia stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.5, p.163-166, 1993.

MACHADO, A .T. Perspectiva do melhoramento genético em milho (*Zea mays* L.) visando eficiência na utilização de N. Rio de Janeiro: UFRJ, p.219, **Tese de Doutorado**, 1997.

MACHADO, A .T. & MAGALHÃES, J.R. Melhoramento de milho para uso eficiente de nitrogênio sob condições de estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1992. Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, p.321-342, 1995.

MACHADO, A.T.; MAGALHÃES, J.R.; MAGNAVACA, R. & SILVA, M.R. Determinação da atividade de enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio em diferentes genótipos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.1, p.45-47, 1992.

MACHADO. A.T.; SODEK, L.; PATERNIANI, E. & FERNANDES, M.S. Nitrate reductase and glutamine synthetase activities in S<sub>1</sub> endogamic families of the maize populations sol da manha nf and catetão. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p.88-102, 2001.

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

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Ceres (Ed) , 4<sup>a</sup> edição, p.25-39, 1979.

MUCHOW, R.C. & DAVIS, R. Effect of N supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. II. Radiation interception and biomass accumulation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.18, p.17-30, 1988.

NRB 14724:2001 – Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – apresentação.

NRB 6023:2002 – Informação e documentação – Referências – Elaboração.

NRB 10520:2001 – Informação e documentação – Apresentação de citações em documentos.

PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F. & LADHA, J.K. Biological N fixation: an efficient source of N for sustainable agricultural production. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.174, p.3-28, 1995.

REED, A.J. & HAGEMAN, R.H. Relation between nitrate uptake, flux, and reduction and the accumulation of reduced nitrogen in maize (*Zea mays L.*). **Plant Physiology**, v.66, p. 1179-1183, 1980.

REED, A.J.; BELOW, F.E. & HAGEMAN, R.H. Grain protein accumulation and the relationship between leaf nitrate reductase and protease activities during grain development in maize (*Zea mays L.*). **Plant Physiology**, v. 66, p. 1179-1183, 1980.

RHODES, D., RENDON, G.A. & STEWART, G.R. The control of glutamine synthetase level in *Lemna minor L.* **Revista Planta**, v. 125, p. 201-211, 1975.

SHANNON, J.C.; PAUL, M.J. & HUBER, S.C. Amino acids as effectors of nitrate reductase and sucrose-phosphate synthase activities in spinach leaves, **Plant Physiology**, Suppl.105, p.91, 1994.

SMICIKLAS, K.D.; BELOW, F.E. Role of nitrogen form in determining yield of field-grown Maize. **Crop Science**, v.32, p. 1220-1225, 1992.

TANAKA, A. & YAMAGUCHI, J. Dry matter production, yield components and grain yield, of the maize plant. **Journal of Faculty of Agriculture Hokkaido University**, v.57, p.71-132, 1972.

TOLLENAR, M.; MIHAJLOVIC, M. & AGUILERA, A. Temperature response of dry matter accumulation, leaf photosynthesis and chlorophyll fluorescence in an old a new maize hybrid during early development. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.71, p.353-359, 1991.