

# Desenvolvimento do milho híbrido (*Zea mays* L.) AG1051 submetido a stress hídrico e adubação orgânica e mineral

Cláudia P. Mariotto F. de Azevedo<sup>1</sup>, Liliana A. Avelar P. Pasin<sup>1</sup>, Paulo Roxo Barja<sup>2</sup>, Walderez Moreira Joaquim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Curso de Ciências Biológicas, Faculdade de Educação, Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Av. Shishima Hifumi 2911, Urbanova, 12240-000, São José dos Campos/SP

<sup>2</sup> Laboratório de Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos (FASBio), Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento (IP&D), UNIVAP, Urbanova, São José dos Campos/SP  
[claumariotto@hotmail.com](mailto:claumariotto@hotmail.com); [lpasin@univap.br](mailto:lpasin@univap.br); [barja@univap.br](mailto:barja@univap.br); [wai@univap.br](mailto:wai@univap.br)

**Resumo-** O milho é atualmente um alimento de amplo uso em todo o mundo, tanto na alimentação humana como animal. Com a escassez de água em algumas regiões do Brasil e do mundo, o presente estudo visou verificar a resistência do milho submetido ao stress hídrico e a influência da adubação no seu desenvolvimento, tanto com adubação orgânica como mineral. Ao final, verificou-se que o milho sofre com o stress hídrico, e que a adubação mineral por meio de amônia, que fornece nitrogênio extra, ofereceu um maior desenvolvimento aos exemplares, como observado nos tratamentos sob capacidade de campo, altura (163,80 cm), em relação aos tratamentos sob stress hídrico submetidos à amônia (125,25 cm) e à *Tithonia* (129,80 cm). Já a adubação por *Tithonia diversifolia* não apresentou diferença estatisticamente significativa.

**Palavras-chave:** adubação, milho, stress hídrico, *Tithonia diversifolia*, *Zea mays*

**Área do Conhecimento:** Botânica

## Introdução

Usado inicialmente para a alimentação humana, o milho (*Zea Mays* L.) tornou-se, nos tempos atuais, um dos principais alimentos para os animais domésticos. Nos Estados Unidos, cerca de 80% da cultura é destinada ao consumo animal. O aumento na produção foi possível em grande parte devido à introdução das sementes de milho híbrido. As características uniformes da planta híbrida permitem uma colheita mais fácil e propiciam rendimentos muito mais elevados que o de plantas não-híbridas. Utiliza-se menos água, fertilizantes, pesticidas e esforço para se obter colheitas muito maiores (RAVEN *et al.*, 2001).

A adubação tem efeitos positivos no crescimento das plantas. Os nutrientes essenciais ao desenvolvimento de uma planta de milho são os não minerais fornecidos pelo ar e pela água, e os minerais, que são fornecidos pelo solo. Estes últimos estão divididos em macronutrientes, entre eles nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), absorvidos em grandes quantidades, e em micronutrientes, absorvidos em pequenas quantidades (VON PINHO; VASCONCELOS, 2003). No Brasil, experimentos conduzidos sob diversas condições do solo, clima e sistemas de cultivo mostram que 70 a 90% dos ensaios de adubação com milho respondem à aplicação de nitrogênio (COELHO *et al.*, 2007). A adubação orgânica também tem sua utilidade nas plantações, deixando o solo mais fofo, possibilitando um melhor desenvolvimento das

raízes, retendo uma maior quantidade de umidade no solo, tornando as plantas mais resistentes à praga e doenças e permitindo uma maior absorção dos nutrientes minerais (BONSAI, 2007).

Segundo Lustosa (2005), em estudo com a *Tithonia diversifolia*, as plantas só apresentaram um melhor desenvolvimento quando as folhas trituradas da *Tithonia* foram misturadas ao álcool etílico. Quando *in natura* apresentaram um desenvolvimento mais lento.

Um dos fatores ambientais mais importantes na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas é a reduzida disponibilidade de água, tornando-se uma das principais causas para a redução do rendimento das colheitas que afetam a maioria das zonas cultivadas em todo o mundo. À medida que os recursos hídricos para utilização agrônômica tornam-se cada vez mais limitantes, o desenvolvimento de plantas tolerantes à seca tem surgido como um objetivo importante a ser atingido (STOOP *et al.*, 1996; HARE *et al.*, 1999; JIANG; ZHANG, 2002; BRUCE *et al.*, 2002 *apud* CRUZ, 2006).

O objetivo desse trabalho foi verificar o desenvolvimento e a capacidade de adaptação do híbrido AG1051 cultivado com adubação orgânica e mineral quando submetidos à capacidade de campo e ao stress hídrico, propiciado pela ausência de regas, sendo essa efetuada apenas quando a planta se encontrava em estado acelerado de murcha.

## Metodologia

O experimento foi conduzido na estufa do Setor de Botânica da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), situado no bairro Urbanova, São José dos Campos, SP, no limite com o município de Jacareí.

O Campus encontra-se entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, sendo definido pelas coordenadas 23°14' de latitude sul e 45°51' de longitude W. (Ministério da Aeronáutica - Serviço de Climatologia - CTA, 1997), com altitude de 650m, apresentando topografia acidentada (KURKDJIAN, 1992).

O clima da região de São José dos Campos, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo AW - clima de pradaria tropical, segundo o Laboratório de Meteorologia da UNIVAP (1998).

Os tratamentos foram submetidos a dois regimes hídricos:

1- Murcha permanente, stress hídrico: os vasos receberam rega apenas quando a murcha estava em estado acelerado;

2- Capacidade de campo: os vasos receberam regas todos os dias, ou quando necessário, para manter o solo sempre úmido.

Os regimes hídricos foram aplicados após o surgimento da sexta folha, estágio V6 (aproximadamente 3 semanas após a emergência), quando a região de crescimento e o pendão já se encontram acima da superfície. Antes desse estágio a planta pode morrer rapidamente devido à região de crescimento estar abaixo do nível do solo, especialmente se as temperaturas estiverem altas (VON PINHO; VASCONCELOS, 2003).

Foram utilizadas sementes de milho híbrido do tipo AG1051 – silagem de milho verde, resistentes a seca, submetido ao stress hídrico (murcha permanente) por 35 dias após a emergência da sexta folha, estágio V6. As sementes foram condicionadas em sacos plásticos de 5 litros, com 2 sementes em cada. Foi realizado desbaste quando ambas brotaram. O substrato foi constituído de uma mistura 6:6:1 (terra, serragem e húmus) e adubado com N.P.K 4.30.16. (nitrogênio, fósforo e potássio)

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

T1 - Capacidade de campo sem nenhum tipo de adubação extra

T2 - Capacidade de campo, adubação com nitrogênio na forma de amônia após o surgimento da sexta folha

T3 - Capacidade de campo, adubação orgânica com *Thitonia diversifolia* após o surgimento da sexta folha

T4 - Murcha permanente sem nenhuma adubação extra

T5 - Murcha permanente, adubação com nitrogênio na forma de amônia após o surgimento da sexta folha

T6 - Murcha permanente, adubação orgânica com *T. diversifolia* após o surgimento da sexta folha

O tratamento T2 e T5 constaram de aplicação de nitrogênio (N), na forma de 1 colher rasa de sobremesa de amônia, após dois dias do início do stress hídrico.

Os tratamentos T3 e T6 receberam 1 colher de sopa cheia de *T. diversifolia* em pó, produzida a partir das folhas secas da planta, após dois dias do início do stress hídrico.

Os tratamentos foram utilizados nas condições citadas acima, sendo que para cada um deles foram efetuadas 6 repetições, totalizando 36 vasos que utilizaram o delineamento estatístico inteiramente casualizado.

Foram observados os seguintes parâmetros no decorrer do experimento:

- Altura da planta: medida semanalmente, do colo ao ápice;
- Peso da matéria fresca e seca, limbo, caule e raiz ao final do experimento;
- Diâmetro do caule, medido 1 cm acima do colo, semanalmente a partir de 5 mm;
- Largura da folha, a partir da quinta folha, sempre a folha que foi usada na medida da altura.

## Resultados

De acordo com a Tabela 1, observou-se que os tratamentos sob capacidade de campo com amônia apresentaram diferença estatisticamente significativa na sua altura (163,80 cm) em relação aos tratamentos sob stress hídrico submetidos à amônia (125,25 cm) e à *Tithonia* (129,80 cm). Já com relação à espessura do caule os tratamentos não apresentaram significância estatística, conforme mostra a Tabela 1. Todos os tratamentos sob capacidade de campo, sem adubação extra (7,17 cm), com amônia (7,40 cm) e com *Tithonia* (7,50 cm), apresentaram diferença estatística significativa sobre o tratamento submetido a stress hídrico sem adubação extra (5,83 cm) no que diz respeito à largura da folha, notando que o com *Tithonia* apresentou a maior diferença (Tabela 1).

Tabela 1 - Média das últimas medidas do milho (*Zea mays*).

Tratamento	Altura (cm)	Espessura caule (cm)	Largura folha (mm)
Amônia CC	163,80 a	2,00 a	7,40 a
<i>Tithonia</i> CC	151,17 a b	2,17 a	7,50 a
Controle CC	149,67 a b	2,00 a	7,17 a
Controle SH	143,00 a b	2,00 a	5,83 b
<i>Tithonia</i> SH	129,80 b	2,00 a	6,20 a b
Amônia SH	125,25 b	2,00 a	6,75 a b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: CC - Capacidade de campo, SH - Stress hídrico, Controle - Não submetido a adubação após início dos tratamentos.

O peso fresco da parte aérea apresentou diferença estatisticamente significativa para os tratamentos sob capacidade de campo com amônia (233 g) em relação aos três tratamentos submetidos ao stress hídrico (controle – 146 g, amônia – 134,5 g e *Tithonia* 131,4 g) (Tabela 2). No peso seco da parte aérea observou-se que o tratamento sob capacidade de campo que recebeu amônia (24,4 g) apresentou diferença significativa sobre os tratamentos de capacidade de campo sem adubação extra (14,83 g) e sobre os que foram submetidos ao stress hídrico sem adubação extra (14,5 g) e o com amônia (15 g) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média dos pesos fresco e seco da parte aérea do milho (*Zea mays*) ao final do experimento.

Tratamento	Peso Fresco (g)	Peso seco (g)
Amônia CC	233,00 a	24,40
Controle CC	198,17 b	14,83 b
<i>Tithonia</i> CC	184,83 b	17,83 a b
Controle SH	146,00 a	14,50 a
Amônia SH	134,50 a	15,00 a
<i>Tithonia</i> SH	131,40 a	19,00 a b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: CC - Capacidade de campo, SH - Stress hídrico, Controle - Não submetido a adubação após início dos tratamentos.

Como pode ser observado na Tabela 3, o desenvolvimento das raízes não apresentou diferença estatisticamente significativa, tanto no peso fresco como no seco, apesar de se notar que

os exemplares que receberam adubação extra apresentaram um leve aumento no peso.

Tabela 3 - Média dos pesos fresco e seco das raízes do milho (*Zea mays*) ao final do experimento.

Tratamento	Peso Fresco (g)	Peso seco (g)
<i>Tithonia</i> CC	63,17 a	4,54 a
Amônia CC	59,80 a	4,74 a
<i>Tithonia</i> SH	56,40 a	4,64 a
Controle SH	49,83 a	3,58 a
Controle CC	49,50 a	3,75 a
Amônia SH	45,25 a	3,86 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: CC - Capacidade de campo, SH - Stress hídrico, Controle - Não submetido a adubação após início dos tratamentos.

## Discussão

O experimento não demonstrou diferença significativa no tratamento com *Tithonia* (Tabela 1), ao contrário do que é descrito por Jama *et al.* (2000) *apud* Silva (2004). Segundo Lustosa (2005), as plantas que receberam as folhas de *Tithonia* sem tratamento algum, apresentaram germinação mais lenta e menor desenvolvimento em relação a outros adubos, do mesmo modo verificou-se que o milho submetido a *Tithonia* não apresentou diferença significativa no que diz respeito a altura e espessura do caule. A *Tithonia* só mostrou diferença significativa na largura da folha, do mesmo modo que os demais tratamentos em capacidade de campo, quando em comparação aos exemplares submetidos ao stress hídrico sem adubação extra.

Com o uso do nitrogênio na forma de amônia o milho apresentou melhor desenvolvimento, como descrito por Coelho *et al.* (2007).

Barrios *et al.* (2005) verificaram a influência do stress hídrico no cultivar de feijão, do mesmo modo que no presente estudo, onde o milho apresentou diferença estatística significante quando submetido ao stress com relação a sua altura nos exemplares adubados e na largura das folhas naqueles que não receberam adubação extra.

## Conclusão

Observou-se no presente estudo que a adubação com *Tithonia* não melhorou o desenvolvimento do milho.

Ao contrário, a amônia apresentou um aumento na altura das plantas e no peso da parte aérea, tanto em relação a massa fresca como a seca.

O stress hídrico também afetou o desenvolvimento dos exemplares, mas esses apresentaram um melhor desenvolvimento quando submetidos a adubação extra.

## Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq, pela Bolsa de Iniciação Científica concedida.

À Faculdade de Engenharia e Arquitetura (FEAU/UNIVAP), pelo empréstimo da estufa, e ao Serpentário (UNIVAP), pelo uso da balança de precisão, da estufa e de parte de suas instalações.

Aos funcionários do Setor de Botânica da UNIVAP e, em especial, ao biólogo Joaquim S. Santos, pelas informações e pelo auxílio prestado.

## Referências

- AGROCERES Sementes Agroceres. Disponível em:

[www.sementesagroceres.com.br/ag1051.aspx](http://www.sementesagroceres.com.br/ag1051.aspx),

Acesso em 16 de abril de 2007

- BARRIOS, A.N.; Hoogenboom, G.; Nesmith, D.S.; **Stress Hídrico e Distribuição de Características Vegetativas e Reprodutivas de um Cultivar de Feijão**. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.62, n.1, p.18-22, Jan./Feb. 2005

- BONSAI, C. Adubação ou fertilização. Disponível em:

<http://www.celsobonsai.hpg.ig.com.br/adubfert.htm>

Acesso em: 30 de março de 2007

- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. Fertilidade de Solos – Nutrição e Adubação do Milho. Disponível em:

[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/feraduba.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/feraduba.htm)

Acesso em 22 maio de 2007

- CRUZ, R.F.D., Indução e Recuperação do Stresse Hídrico em Variedades Portuguesas de Milho. Tese de Mestrado – Biologia do Stresse em Plantas, Universidade do Minho. Portugal, 2006, 182p

- KURKDJIAN, M.L.N.O., *et al.*, 1992 Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo. São José

dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. 176p

- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum. 2002, 544p

- LUSTOSA, C.F.P., Aplicação do extrato e dos resíduos das folhas de *Tithonia diversifolia* como adubo orgânico e agente anti-edematogênico em edema de pata induzido por carragenina e veneno de serpente *Bothrops jararaca*. Tese de Mestrado, Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, Brasil, 2005, 57p.

- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. Editora Guanabara Koogan, 6.ed, 906p, 2001

- SILVA, P.C.S.C. Efeito da variação sazonal na produção de compostos ativos em *Thitonia diversifolia* (Hemsl) Gray, utilizando ensaio com microrganismos. Dissertação de mestrado. USP jun/2004

- VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; Como a planta do milho se desenvolve. Arquivo do agrônomo – nº 15, Encarte do Informações Agrônômicas nº 103 – set.2003