

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

PAULA MIGUEL MATTOS

**IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS DE MISTURA DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS PARA CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* NA CULTURA DO
MILHO (*Zea Mays*)**

**UBERLÂNDIA - MG
DEZEMBRO - 2016**

PAULA MIGUEL MATTOS

**IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS DE MISTURA DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS PARA CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* NA
CULTURA DO MILHO (*Zea Mays*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Arantes
Rodrigues da Cunha

UBERLÂNDIA - MG

DEZEMBRO - 2016

PAULA MIGUEL MATTOS

**IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS DE MISTURA DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS PARA CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* NA
CULTURA DO MILHO (*Zea Mays*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

Aprovado pela banca examinadora em

Banca 1

Banca 2

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha

RESUMO

O milho é uma das culturas mais cultivadas no Brasil e é também o cereal mais cultivado no país. Seu cultivo se estende desde pequenas propriedades até grandes propriedades com alta tecnologia. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. Apesar do grande número de estudos sobre a cultura, existem fatores bióticos e abióticos que podem comprometer a fisiologia e o potencial de uma lavoura. O aparecimento de pragas como a lagarta-do-cartucho pode causar desfolha, o que leva a uma redução na produtividade de uma lavoura. Devido a isso, ocorrem constantes aplicações de produtos fitossanitários durante o ciclo da cultura. Dessa forma, existem várias dúvidas se os produtos fitossanitários, aplicados principalmente em misturas, podem ou não proporcionar efeitos fisiológicos nos vegetais. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da mistura de produtos fitossanitários na fisiologia vegetal do milho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), sendo quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por três diferentes combinações entre os produtos e um tratamento testemunha sem aplicação de nenhum produto. Os tratamentos realizados seguiram a ordem: 1- Triflumuron + Óleo Mineral; 2 – Triflumuron + Azoxistrobina + ciproconazol + Óleo Mineral; 3 – Triflumuron + Azoxistrobina + ciproconazol + Óleo Mineral + Óxido de Zn + Sulfato de Mn; 4 – Testemunha. Foram avaliados os seguintes parâmetros: assimilação de gás carbônico, condutância estomática, carbono intercelular, eficiência (instantânea e intrínseca) do uso de água, eficiência da carboxilação, índice de clorofila e variáveis da fluorescência da clorofila. Os resultados obtidos demonstraram que as análises de avaliações de trocas gasosas, eficiência do uso da água e teor de clorofila neste experimento não identificaram influência direta entre o uso de produtos fitossanitários e fisiologia da planta. Não foram detectadas diferenças significativas nas trocas gasosas e no teor de clorofila que possam ser justificadas pela aplicação do produto fitossanitário, mas sim, foram explicadas por fatores edafoclimáticos. Com os dados obtidos no trabalho, pode-se concluir que a aplicação dentro da dose recomendada de um produto, não é capaz de afetar a fisiologia da planta significativamente.

Palavras chave: Milho; fisiologia; produtos fitossanitários.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2.1 Local do experimento.....	8
2.2 Tratamentos.....	9
2.3 Condução do experimento.....	10
2.4 Avaliações.....	11
2.4.1 Características físico-químicas.....	11
2.4.2 Eficácia biológica dos tratamentos.....	12
2.4.3 Avaliações fisiológicas (trocas gasosas, índice de clorofila foliar e fluorescência clorofila a).....	12
2.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1 Características físico-químicas.....	14
3.2 Eficácia biológica dos tratamentos.....	14
4. Conclusão.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1.INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays*) é uma planta da família Poaceae, originária da América Central, com grande capacidade de adaptação a diversos climas, sendo cultivada em praticamente todas as regiões do mundo, nos hemisférios norte e sul, em climas úmidos e regiões secas. Trata-se de um alimento rico em carboidratos, considerado como energético; é também fonte de óleo, fibras e fornece pequenas quantidades de vitaminas E, B1, B2 e ácido pantotênico, além de alguns minerais, como o fósforo e o potássio (MATOS et al., 2012).

Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais (SILOTO; ROMILDO, 2002).

O milho é uma das culturas mais cultivadas no Brasil e é também o cereal mais cultivado no país. Seu cultivo se estende desde pequenas propriedades (como meio de subsistência) até grandes propriedades com alta tecnologia. Segundo o MAPA, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial. Segundo o oitavo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a produção total da safra 2016/2017 deve ser de 80 milhões de toneladas, inferior a safra 2014/15, mas no mesmo patamar da safra 2013/14.

Apesar do grande número de estudos sobre a cultura e variadas técnicas de plantio, existem vários fatores bióticos e abióticos que podem comprometer a fisiologia e o potencial da lavoura. Entre tais fatores se destaca o aparecimento de pragas, doenças e plantas infestantes.

Como exemplo, lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*, Noctuidae; Smith, 1797) é considerada praga chave da cultura, causando danos em praticamente todas as fases do desenvolvimento da planta, afetando significativamente a produtividade (SILOTO; ROMILDO, 2002).

Uma observação rápida do aparecimento da lagarta-do-cartucho no milho revela que existem dois tipos de danos: a desfolha, que leva as plantas a produzirem menos que o máximo potencial (dano indireto), e o fato das lagartas atacarem o cartucho, causando danos diretos (HARRISON, 1984).

Como meio de minimizar possíveis danos, utiliza-se de produtos fitossanitários herbicidas, inseticidas, fungicidas, adjuvantes e fertilizantes foliares. As aplicações de tais

produtos na cultura do milho ocorrem tanto no período vegetativo quanto no reprodutivo da cultura.

Porém, por se tratarem de xenobióticos, não existem ainda completos esclarecimentos se tais produtos fitossanitários podem ou não influenciar positivamente ou negativamente no metabolismo vegetal. Para isso, devem-se considerar parâmetros diretos e indiretos da fotossíntese, pois toda a produção de uma planta gira em torno da sua eficiência em realizar a fotossíntese, assim como processos relacionados.

O metabolismo primário vegetal capta e utiliza a energia solar para oxidar H_2O , liberando O_2 , e para reduzir CO_2 , produzindo compostos orgânicos, primariamente açúcares. Esta energia estocada nas moléculas orgânicas é utilizada nos processos celulares da planta.

A energia da luz absorvida é utilizada para impulsionar a transferência de elétrons através de uma série de compostos que agem como doadores e aceptores de elétrons. Quando as moléculas de clorofila absorvem a luz, os elétrons são temporariamente impulsionados a um nível de energia mais alto. Quando os elétrons retornam para o nível mais baixo podem ocorrer três resultados diferentes: a energia pode ser dissipada como calor; a energia pode ser re-emitada quase que instantaneamente como energia luminosa de comprimento de onda mais longo, um fenômeno conhecido como fluorescência; ou a energia pode ser capturada para a formação de ligações químicas, como ocorre na fotossíntese. Entretanto a clorofila é capaz de converter energia luminosa em energia química apenas quando estão associadas a certas proteínas e embebidas nas membranas dos tilacóides (MAJEROWICZ, 1992).

A água é um reagente da fotossíntese, doando hidrogênio à reação, além disso o oxigênio produto da fotossíntese é proveniente da água. Como o milho é considerado uma cultura que demanda muita água, mas que também é uma das mais eficientes no uso da água, ela produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida. Dependendo da produtividade ($kg \cdot ha^{-1}$) alcançada pela cultura, a “produtividade” da água do milho, ou seja, a quantidade de água aplicada e/ou consumida que é “transformada” em peso de grãos, pode atingir patamares mínimos de até 250 litros de água por kg de grãos secos produzidos (EMBRAPA, 2016).

Devido ao apresentado acima, um meio de avaliação é a utilização de indicadores da Eficiência do Uso de Água (EUA), pois relaciona a produção de biomassa seca ou a produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura (LIU; STUZEL, 2004; PUPPALA et al., 2005). Podemos assim relacionar a eficiência da planta em

aproveitar a água disponível e carregá-la à fotossíntese e, conseqüentemente, à produção de matéria seca.

Outro parâmetro muito importante é o conhecimento do fluxo de CO₂, visto que é este o principal substrato para síntese dos fotoassimilados utilizados no crescimento vegetal (BRUNINI et al., 1999). A análise da assimilação do CO₂, o carbono intercelular e a condutância estomática, mostram indiretamente a eficiência da fotossíntese realizada pela planta.

No processo de conversão da energia luminosa nem todos os elétrons que estão num nível energético elevado (molécula de clorofila excitada) são passados para os aceptores. Estes elétrons retornam ao estado inicial (estado antes das moléculas receberem a energia dos fótons), sem a produção de ATP e NADPH₂. Ao retornar ao estado inicial, a energia é dissipada em forma de calor ou luz (fluorescência): Os três processos de dissipação da energia luminosa pelas moléculas de clorofilas (Ph+F+D) são competitivos, ou seja, alterações nas taxas fotossintéticas e na dissipação de calor causará alterações complementares na emissão da fluorescência. Sendo assim, alterações na fluorescência podem mostrar a ausência ou presença de comprometimentos no processo fotossintético.

Considerando os parâmetros que diretamente ou indiretamente remontam o metabolismo primário vegetal, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito fisiológico da aplicação de produtos fitossanitários em mistura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco, a uma altitude de 842 metros, com coordenadas geográficas 18°53'23,46"S de latitude e 48°20'27,46" O de longitude. O experimento foi realizado em duplicata, em duas diferentes épocas, sendo a primeira no mês de janeiro de 2016 (Experimento 1) e a segunda no mês de março de 2016 (Experimento 2).

Os dados de precipitação e temperatura média no período de condução do experimento encontram-se na Figura 1.

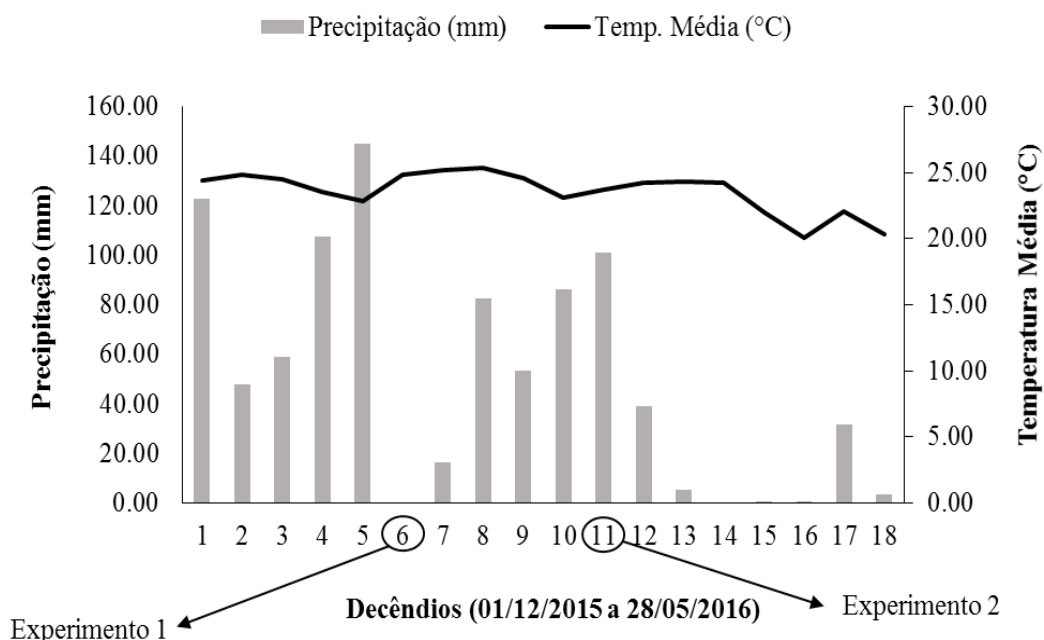


Figura 1. Variação de temperatura média (°C) e precipitação acumulada (mm) por decêndios (Dezembro de 2015 a Maio de 2016) em Uberlândia, MG.

As avaliações de propriedades físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Mecanização Agrícola (LAMEC), da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Uberlândia, MG.

2.2 Tratamentos

Os dois experimentos foram conduzidos para avaliação da eficácia de diferentes tipos de misturas de produtos fitossanitários no tanque de pulverização para controle de *S.*

frugiperda. Os produtos utilizados nos diferentes tratamentos e suas especificações seguem descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações dos produtos utilizados no experimento. Uberlândia – MG.

Produtos	Função	Concentração	Formulação*	Dose
Triflumuron (Certo)	Inseticida	480 g L ⁻¹	SC	100 mL ha ⁻¹
Óleo Mineral Parafínico (Nimbus)	Adjuvante	428 g L ⁻¹	CE	500 mL ha ⁻¹
Azoxistrobina+ciproconazol (Priori Xtra)	Fungicida	280 g L ⁻¹	SC	400 mL ha ⁻¹
Óxido de Zinco	Fertilizante foliar	100%		200 mL ha ⁻¹
Sulfato de Manganês	Fertilizante foliar	30%		300 mL ha ⁻¹

*SC – suspensão concentrada; CE – concentrado emulsionado

Foram desenvolvidos estudos das características físico-químicas das caldas utilizadas, assim como avaliação da eficácia no campo. Os tratamentos foram constituídos por três diferentes combinações entre os produtos e um tratamento testemunha sem aplicação de nenhum produto. Os tratamentos realizados, obedecendo-se a seguinte ordem de mistura, com intervalos de 1 minuto de agitação, foram:

- Tratamento 1 - Triflumuron + Óleo Mineral
- Tratamento 2 – Triflumuron + Azoxistrobina + ciproconazol + Óleo Mineral;
- Tratamento 3 – Triflumuron + Azoxistrobina + ciproconazol + Óleo Mineral+ Óxido de Zn + Sulfato de Mn
- Tratamento 4 – Testemunha

2.3 Condução do experimento

Foi utilizado o híbrido Nidera NS82®, destinado para produção de silagem, com espaçamento entre linhas de 0,50 m e densidade populacional de 80.000 plantas ha⁻¹. Foi realizada adubação de semeadura com formulado NPK 08-28-16 e dose de 300 kg ha⁻¹, conforme exigência da cultura. Nas duas épocas de condução do experimento, quando as plantas atingiram o estágio de 4 folhas completamente desenvolvidas (V4), realizou-se a adubação de cobertura com o formulado NPK 20-00-20 na dose 300 kg ha⁻¹.

No primeiro experimento, cada parcela foi constituída de 20 m², sendo 8 linhas de plantas com 5,0 m de comprimento cada. No segundo experimento, cada parcela foi constituída de 32 m², sendo 8 linhas de plantas com 8,0 m de comprimento cada.

Para aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador costal acionado por pressão constante (CO₂), com quatro pontas de jato plano 11002 BD (leque simples) espaçadas entre si por 0,5 m. Foi adotada a pressão de 300 kPa em todos os tratamentos e taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹. A velocidade de trabalho foi de 6 km h⁻¹. As condições ambientais durante as aplicações foram monitoradas por meio de um termohigroanemômetro digital (Kestrel® 4000).

No experimento 1, a primeira aplicação (19/02) aconteceu no período entre 09h45 e 10h00 e apresentou variações de temperatura (°C) entre 23.8 e 25.9, umidade relativa (%) de 76.1 a 85.1 e velocidade do vento (km h⁻¹) de 1.5 a 5.4. A segunda aplicação dos tratamentos (29/02) aconteceu entre os períodos de 10h48 e 10h59 e apresentou variações de temperatura entre 31.4 a 33.8, umidade relativa 45.6 e 55.4 e 1.4 a 5.0 de velocidade do vento.

No experimento 2, a primeira aplicação (07/04) aconteceu no período entre 09h18 e 09h39 e apresentou variações de temperatura (°C) entre 28.4 e 30.1, umidade relativa (%) de 49.8 a 54.5 e velocidade do vento (km h⁻¹) de 3.2 a 4.8. A segunda aplicação dos tratamentos (13/04) aconteceu entre os períodos de 17h08 e 17h30 e apresentou variações de temperatura entre 28.7 a 29.7, umidade relativa 45.4 a 51.6 e 3.8 a 9.5 de velocidade do vento.

No primeiro experimento, as aplicações dos tratamentos ocorreram aos 23 dias após a emergência da cultura (DAE), quando as mesmas se encontravam em estágio vegetativo V5/6, e aos 33 DAE foram repetidos os tratamentos na área. No segundo experimento, as aplicações dos tratamentos ocorreram aos 20 e 26 DAE.

2.4 Avaliações

As avaliações fisiológicas foram realizadas durante o período da manhã um dia antes da primeira aplicação e um dia após a segunda aplicação dos tratamentos. A temperatura média e umidade relativa do ar durante as avaliações foram aproximadamente 26°C e 70%, respectivamente.

A assimilação de CO₂ (a , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{CO}_2$), a transpiração foliar (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{H}_2\text{O}$), a condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{H}_2\text{O}$) e o carbono intercelular (c_i , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{CO}_2$) foram avaliados com um medidor de trocas gasosas (IRGA – Infrared Gas Analyser – modelo LCpro-SD da ADC BioScientific Ltda). Utilizou-se sobre a câmara um canhão de luz

artificial de forma que durante as medidas todas as folhas recebessem $1200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de densidade de fluxo de fótons. Três leituras foram realizadas em folhas completamente desenvolvidas em duas plantas por repetição.

As relações de eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/gs) e eficiência em carboxilação (A/Ci) foram calculadas a partir dos dados obtidos pelo IRGA.

O ICF (Índice de Clorofila Falker) das clorofilas a e b foi avaliado com um clorofilômetro (ClorofiLOG CFL-1030 da Falker Automação Agrícola). As leituras foram feitas no limbo foliar de folhas completamente desenvolvidas. Para a avaliação de clorofilas, o ClorofiLOG utiliza dois emissores em comprimentos de onda próximos aos picos de cada tipo de clorofila ($\lambda = 635$ e 660 nm) e um emissor nos comprimentos de onda do infravermelho próximo ($\lambda = 880$ nm).

Os mesmos indivíduos utilizados na determinação do índice de conteúdo de clorofila foram utilizados para a medição das variáveis de fluorescência da clorofila a. Essas medidas foram feitas nas mesmas datas das medidas de trocas gasosas e índice de conteúdo de clorofila.

A fluorescência mínima (F0) e máxima (Fm) da clorofila a no fotossistema II (FSII), em condições de escuro adaptado, foram avaliadas com um analisador de fluorescência da clorofila a (Mini-PAM, Walz). A condição de escuro adaptado foi estabelecida após 30 minutos de escuro simulado com pinça metálica para folhas (DLC-8). Nesta condição, foram avaliadas as fluorescências do FSII após um pulso de saturação luminosa (0,8 s), sendo calculado o rendimento quântico máximo do FSII ($\Phi\text{PSII}=[F_m-F_0]/F_m$).

Todas as avaliações fisiológicas foram realizadas um dia antes da aplicação dos tratamentos (tanto no experimento 1 quanto para o 2) para se utilizar como parâmetro da possível influência dos tratamentos sobre estes fatores.

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), sendo quatro tratamentos e cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de distribuição dos resíduos de Shapiro Wilk, homogeneidade das variâncias de Levene e aditividade de blocos pelo teste de F de Tukey, a 0,01 de significância.

Posteriormente foi realizada a análise de variância dos dados e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físico-químicas

Tabela 3. Características físico químicas da água e dos diferentes tratamentos utilizados na cultura do milho.

Calda	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Densidade (g cm^{-3})	Viscosidade (mPa s^{-1})	Tensão superficial (mN m^{-1})
Água	6.02 B	1.40 D	1.00 A	1.32 A	72.50 C
Triflumuron + óleo mineral	4.67 D	63.85 C	0.98 B	1.11 B	31.00 B
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol	5.29 C	87.45 B	0.98 B	1.10 B	26.75 A
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol + Zn + Mn	6.85 A	723.50 A	0.99 B	1.14 B	27.00 A
CV (%)	3.78	4.24	0.50	8.97	2.17
F	76.001*	5302.169*	7.047*	4.050*	2706.103*

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância. F – valores do F calculado para os diferentes tratamentos. ^{ns},* - não significativo; significativo a 0,05.

3.2 Eficácia biológica dos tratamentos

Tabela 4. Resultados de eficácia biológica da aplicação de diferentes produtos fitossanitários em mistura na cultura do milho nos diferentes experimentos.

Experimento 1				
Tratamentos	Nº lagartas		Tamanho (cm)	
	10 daa	14 daa	10 daa	14 daa
Triflumuron + óleo mineral	0.92	0.52 A	0.82	0.60 B
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol	0.64	0.76 A	0.58	0.68 B
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol + Zn + Mn	0.68	0.80 A	0.74	0.70 B

Testemunha			1.64	1.36 B	0.92	1.22 A
CV (%)			59.73	45.08	45.17	40.84
F			3.200 ^{ns}	4.204*	0.864 ^{ns}	3.760*
Experimento 2						
Tratamentos	Nº lagartas		Tamanho (cm)		Notas	
	10 daa	14 daa	10 daa	14 daa	10 daa	14 daa
Triflumuron + óleo mineral	0.56	0.52	0.64	0.47	4.97 A	5.02 A
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol	0.64	0.60	0.62	0.59	5.12 A	5.35 A
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol + Zn + Mn	0.70	0.36	0.82	0.35	5.05 A	5.00 A
Testemunha	1.14	0.88	0.94	0.62	6.24 B	6.29 B
CV (%)	47.26	54.15	37.72	34.78	7.32	9.88
F	2.615 ^{ns}	2.318 ^{ns}	1.473 ^{ns}	2.484 ^{ns}	11.471*	6.390*

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância. F – valores do F calculado para os diferentes tratamentos. ^{ns}; * - não significativo; significativo a 0,05.

Tabela 5. Avaliações das trocas gasosas foliares e suas relações, eficiência do fotossistema II e clorofilas do híbrido de milho convencional NS82 tratado com diferentes produtos fitossanitários em mistura.

Experimento 1								
Tratamentos	A^a	E^b	A/E^c	A/gs^d	A/ci^e	ØPSII^f	Clorof. a^g	Clorof. b^g
Triflumuron + óleo mineral	38.52 A	4.16 B	9.61 B	105.84	0.41 B	0.80	34.74 B	13.42
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol	37.70 A	4.23 B	9.17 B	100.54	0.37 B	0.81	34.94 B	14.06
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol + Zn + Mn	40.86 A	4.40 B	9.35 B	101.76	0.47 A	0.81	36.78 A	14.56
Testemunha (01/03)	41.36 A	5.11 A	11.79 A	124.72	0.46 A	0.80	36.22 A	15.18
Pré-aplicação (22/02)	33.99 B	2.88 C	8.08 B	103.32	0.49 A	0.79	35.32 B	15.52
CV	7.79	12.70	10.59	12.18	15.19	1.39	2.87	7.58
Experimento 2								
Triflumuron + óleo mineral	22.26 B	2.35	9.60	163.71 A	0.39 A	0.77	31.48	10.22
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol	26.92 A	2.73	9.92	143.20 A	0.38 A	0.76	31.04	10.08
Triflumuron + óleo mineral + azoxistrobina/ciproconazol + Zn + Mn	22.54 B	2.68	8.46	117.75 B	0.20 B	0.77	30.02	9.78
Testemunha (01/03)	22.37 B	2.27	9.89	160.66 A	0.42 A	0.77	30.36	9.58
Pré-aplicação (04/04)	31.50 A	2.93	10.74	126.60 B	0.43 A	0.77	32.98	12.32

CV	21.32	22.01	11.20	12.89	30.70	2.44	8.36	14.60
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------

a: fotossíntese líquida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *b*: transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); *c*: eficiência instantânea do uso da água ($0,001 \text{mmol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$); *d*: eficiência intrínseca do uso da água ($0,001 \text{mmol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$); *e*: eficiência de carboxilação da rubisco ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$); *f*: rendimento quântico máximo do fotossistema II ($\Phi\text{PSII} = (\text{Fm} - \text{F}_0)/\text{Fm}$); *g*: índice de clorofila Falker.

*médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Scott Knott a 0.05 de significância.

No experimento 1 observou-se que houve diferença significativa para os parâmetros de assimilação de gás carbônico e transpiração foliar em relação à pré-aplicação, ambos tiveram uma análise inferior ao observado após a aplicação dos tratamentos. As plantas passaram por uma fase de baixa disponibilidade hídrica, o que retarda o desenvolvimento da área foliar e justifica os resultados obtidos. Já na testemunha, não foram observadas diferenças significativas em relação aos tratamentos para estes parâmetros; podendo ser interpretadas como a não interferência de produtos fitossanitários na fisiologia da planta de milho. As respostas de taxa de transpiração e assimilação de carbono foram interligadas, isto é, onde ocorreu maior transpiração ocorreu também maior assimilação de carbono, isto devido ao fato de ambas dependerem da abertura estomática. Em outras palavras, para haver alta transpiração é necessário que os estômatos estejam abertos e naturalmente assim possibilita maior absorção de CO_2 e conseqüentemente conversão em carbono assimilado. Em relação à clorofila a, os dados foram superiores nos tratamentos onde havia a mistura de todos os produtos, assim como na testemunha. Se tratando do rendimento quântico e clorofila b, não foram obtidas diferenças significativas nos resultados.

O rendimento quântico máximo do PSII pode ser utilizado para diagnosticar a integridade do aparato fotossintético (PEREIRA et al. 2000). O mesmo é muito utilizado para avaliar a resposta deste aparato a estresses bióticos e abióticos em diversas culturas, principalmente relacionados ao estresse hídrico (TORRES et al., 2012; SUASSUNA et al., 2010).

De acordo com Björkman (1987), os valores encontrados nestes experimentos (entre 0,76 e 0,81) estão dentro da amplitude considerada normal para o funcionamento do fotossistema II na planta (Φ_{PSII} =0,75 a 0,85), indicando que nenhuma fotoinibição ocorria no momento da avaliação.

A eficiência intrínseca do uso da água não obteve diferenças significativas, porém a eficiência instantânea do uso da água foi superior na testemunha em comparação com os outros tratamentos, inclusive em pré aplicação. Em resumo, as plantas que receberam o tratamento apresentaram uma tendência em diminuir sua eficiência instantânea do uso da água.

A eficiência de carboxilação da rubisco foi influenciada pelas misturas, com exceção da mistura de todos os produtos, que obteve valores semelhantes aos analisados para a testemunha e a pré-aplicação. A aplicação dos produtos sem uso de fertilizantes foliares influenciou negativamente a eficiência das plantas em fixar o CO₂ presente no tecido foliar.

Lemes et al. (2015), avaliando o efeito de inseticidas de diferentes grupos químicos em parâmetros fisiológicos na cultura do milho, encontraram influência positiva do inseticida triflumuron, destacando o efeito positivo sobre a eficiência de carboxilação da rubisco, tendo encontrado melhorias em torno de 60% quando comparadas com tratamentos sem aplicação de produtos inseticidas.

No experimento 2 os resultados obtidos foram diferentes. Na análise de assimilação de gás carbônico foi observada uma diferença significativa entre a pré-aplicação e os outros tratamentos, sendo a pré-aplicação superior aos outros tratamentos. Pode-se relacionar tal resultado ao fator de disponibilidade hídrica. Logo após a análise de pré-aplicação houve um período com baixa disponibilidade hídrica, o que leva a um fechamento estomático na planta e a uma redução na taxa fotossintética, neste caso representada pela assimilação de CO₂. O que justifica o desempenho da planta em pré-aplicação ser superior aos outros tratamentos, incluindo a testemunha. Em todas as análises de assimilação de CO₂, o experimento 2 obteve resultados inferiores se comparados com o experimento 1. Como relatado acima, o déficit hídrico após a análise de pré-aplicação acarretou uma menor abertura estomática e consequentemente uma menor assimilação de CO₂ pela planta.

Não foi observada diferença significativa para a eficiência instantânea do uso da água. Os parâmetros eficiência intrínseca do uso da água e eficiência de carboxilação da rubisco obtiveram resultados semelhantes, em ambos, o tratamento com a mistura de todos os produtos obteve resultados inferiores se comparados com os demais resultados. Como

observado na tabela 3, este tratamento obteve altos valores de condutividade elétrica, indicando que na solução aplicada a quantidade de íons presentes na solução foi muito maior que dos demais tratamentos, fato que pode ter influenciado nos resultados encontrados para esta variável.

De acordo com Silva et al. (2013), as soluções que continham altos valores de condutividade elétrica apresentaram influência negativa em relação a condutância estomática e taxa de fotossíntese líquida. Os mesmos acreditam que a possível causa para tais resultados seria o fechamento parcial dos estômatos devido à presença em grande escala de íons na solução. Burkhardt et al. (2009), analisando a interação de produtos utilizados na aplicação foliar de fertilizantes a base de diferentes sais, observaram influência negativa destes sais tanto na taxa de fotossíntese como na eficiência de uso de água em macieiras.

Ainda no parâmetro da eficiência intrínseca do uso da água, a pré aplicação obteve resultado também inferior aos demais. Em todos os tratamentos consecutivos as plantas passaram por um período de déficit hídrico, o que acarreta em um fechamento estomático e consequentemente se torna necessário um melhor aproveitamento do uso da água. Uma vez que a planta diminui sua transpiração (perda de água pelos poros) tem-se uma melhor conversão de água em matéria seca. O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado com o tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO₂ para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração, com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (CONCENÇO et al., 2007).

Plantas sob estresse hídrico possuem uma menor abertura estomática, portanto espera-se que haja uma melhor eficiência do uso da água, uma vez que tal parâmetro é calculado considerando a taxa de evapotranspiração da planta. Esta afirmação confirma-se através dos resultados do experimento 2.

Não houve resultados significativos para a taxa de transpiração foliar, rendimento quântico e taxa de clorofila *a* e *b*.

4. Conclusão

As análises de avaliações de trocas gasosas, eficiência do uso da água e teor de clorofila neste experimento não identificaram influência direta entre o uso de produtos fitossanitários e fisiologia da planta. Não foram detectadas diferenças significativas nas trocas gasosas e no teor de clorofila que possam ser justificadas pela aplicação do produto fitossanitário, mas sim, foram explicadas por fatores edafoclimáticos. Com os dados obtidos no trabalho, pode-se concluir que a aplicação dentro da dose recomendada de um produto, não é capaz de afetar a fisiologia da planta significativamente.

Porém, seria indicado realizar mais experimentos para certificar dos resultados neste trabalho obtidos.

REFERÊNCIAS

- BJÖRKMAN, O. In: Photoinhibition. Eds. Kyle, D.J.; Osmond, C.B.; Arntzen, C.J. Elsevier, **Amsterdam**, 123p. 1987.
- BRUNINI, O; MACHADO, E. C.; SAWAZAKI, E; MIRANDA, L. T. DE. Fluxo de gás carbônico sobre as culturas de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n. 11, v.3, p161-168, 1999.
- BURKHARDT, J., HUNSCHE, M.; PARIYAR, S. Progressive wetting of initially hydrophobic plant surfaces by salts—a prerequisite for hydraulic activation of stomata?. In: **The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI**. 2009.
- CONAB.Acompanhamentoda safra brasileira grãos, junho 2016. Disponível em: www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho_2016_-_final.pdf/ Acesso em: 21 out 2016
- CONCENÇO, G.; FERREIRA, E.E.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; VIANA, R.G.; D'ANTONIO, L.; FIALHO, C.M.T. Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 449- 455, 2007.
- COWAN, I.R.; TROUGHTON, J.H. The relative role of stomata in transpiration and assimilation. **Planta**, Berlin, 97(4):325-336, 1971.
- ALBUQUERQUE, Paulo. Cultivo do Milho, Irrigação. Disponível em: < /www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imanejo.htm/> Acesso em: 5 de out. 2016
- FARQUHAR, G.D. & RASCHKE,K. On the resistance to transpiration of the sites of evaporation within the leaf. **Plant Physiology**, Lancaster, 60(6): 1000-1005, 1978.
- HARRISON, M. S. J. Note on the origins of the dry zone of the Limpopo valley. **South African Journal of Science**, v. 80, n. 7, p. 333-334, 1984.
- LEMES, E. M.; CASTRO, R. L. A.; SANCHES, M. C. Trocas gasosas foliares, fluorescência e teores de clorofila em milho com aplicação de inseticidas In: **SINTAG** Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, Uberlândia. 2015
- LIU, F.; STÜTZEL, H. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. **Scientia Horticulturae**, v.102,p.15-27, 2004.
- MAJEROWICZ, N.; Fotossíntese cap:7; pag 90 em **Biologia Vegetal**, 5º edição, ED Guanabara, 1992 ;
- MATOS, F. M. DE; ANDRADE, C. DE L.T. DE; AMARAL, T. A.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. DE; RODRIGUES, C. C. F.; PAIXÃO, J. S. Produtividade do milho

cultivado sob diferentes regimes hídricos, **XXIX Congresso Nacional de milho e sorgo - águas de Lindóia**. Agosto de 2012

PASSIOURA, J.B. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B. & ZIEGLER, H., eds. *Physiological plant ecology. II. Water relations and carbon assimilation*. Berlin, **Springer-Verlag**, 1982. v. 12B, p. 5-33. (Encyclopedia of plant physiology)

PEREIRA, W. E.; SIQUEIRA, D. L.; MARTINEZ, C.; PUIATTI, M. Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. **Journal of Plant Physiology, Oxford**, v. **157**, p. **513-520**, 2000.

PUPPALA, N.; F OWLER , J.L.; JONES, T.L.; GUTSCHICK, V.; MURRAY, L. Evapotranspiration, yield, and water-use efficiency responses of *Lesquerella fendleri* at different growth stages. **Industrial Crops and Products**, v.21, p.33-47, 2005

RASCHKE, K. Movements using turgor mechanisms. In: HAUPT, W. & FEINLEIB, M.E., eds. **Physiology of movements**. Berlin, Springer-Verlag, 1979. v. 7, p.383-441. (Encyclopedia of plant physiology)

SILOTO, Romildo Cássio. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. 2002. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.

SILVA, F. L. B., DE LACERDA, C. F., NEVES, A. L. R., DE SOUSA, G. G., DE SOUSA, C. H. C., FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 304, 2013.

SUASSUNA, Janivan Fernandes et al. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água= Growth and photochemical efficiency in seedlings of passion fruit hybrid under irrigation levels. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, 2010.

TORRES, L. G., FERREIRA, E. A., ROCHA, P. R. R., FARIA, A. T., GONÇALVES, V. A., GALON, L....; SILVA, A. A Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012.