

ENSAIOS PROTEGIDOS DE COMPETIÇÃO COM PLANTAS  
DANINHAS E DERIVA DE HERBICIDAS EM PLANTAS DE PINHA  
(*Annona squamosa* L.)

**DEYSE JACQUELINE DA PAIXÃO MALCHER**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO- 2017

ENSAIOS PROTEGIDOS DE COMPETIÇÃO COM PLANTAS  
DANINHAS E DERIVA DE HERBICIDAS EM PLANTAS DE PINHA  
(*Annona squamosa* L.)

**DEYSE JACQUELINE DA PAIXÃO MALCHER**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO- 2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 0432017

M242 Malcher, Deyse Jacqueline da Paixão.

Ensaio protegido de competição com plantas daninhas e deriva de herbicidas em plantas de pinha (*Annona squamosa* L.) / Deyse Jacqueline da Paixão Malcher. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

80f.:il.

Bibliografia: f. 66 - 73

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Orientador: Silvério de Paiva Freitas.

1. Pinha – Plantas Daninhas. 2. Herbicida. 4. Nutrição Mineral. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD–634.41

ENSAIOS PROTEGIDOS DE COMPETIÇÃO COM PLANTAS  
DANINHAS E DERIVA DE HERBICIDAS EM PLANTAS DE PINHA  
(*Annona squamosa* L.)

**DEYSE JACQUELINE DA PAIXÃO MALCHER**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestrado em Produção Vegetal.

Aprovada em 31 de março de 2017

Comissão Examinadora:

---

Prof. Claudio Luiz Melo de Souza (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. José Francisco Sá Vasconcelos Junior (D.Sc., Produção Vegetal) – FAETEC

---

Dr. Herval Martinho Ferreira Paes (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D. Sc., Fitotecnia) – UENF  
(Orientador)

“Valeu à pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena.  
Quem quer passar além do Bojador  
Tem que passar além da dor.”  
(Fernando Pessoa)

*Primeiramente a Deus por nunca ter me abandonado nas horas difíceis, sempre estando ao meu lado. Aos meus pais Arnaldo Malcher e Dalva Malcher todo o apoio e carinho, fornecido nas horas de alegria e tristeza, me dando força e coragem para seguir sempre em frente e confiante. E a minha irmã Natalia Malcher pela sua cumplicidade e confiança.*

***Dedico este trabalho***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo o meu coração primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por estar presente em todas as minhas escolhas e decisões;

Aos meus pais, Arnaldo Pinheiro Malcher e Dalva da Paixão Malcher, pelo amor, carinho e dedicação, que sempre me demonstraram;

À minha irmã Natalia da Paixão Malcher, que sempre me incentivou e por sempre ser mais que uma irmã, minha melhor amiga;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela oportunidade de realização do curso;

Ao meu orientador Dr. Silvério de Paiva Freitas pela ajuda e confiança que teve ao longo do desenvolvimento deste trabalho e por me aceitar como sua orientada;

Ao Herval Martinho Ferreira Paes, por sempre se mostrar disposto a ajudar, nos momentos difíceis, socorrendo durante os imprevistos deste trabalho;

Ao Sr. José Accácio, pela contribuição nas análises de laboratório;

Ao Jefferson Rangel pela ajuda durante as avaliações com os equipamentos fisiológicos;

Ao professor Claudio Luiz Melo de Souza pela ajuda nas análises estatísticas e toda sua atenção;

À todos os colegas da UENF, em especial a Rosana Teixeira Lelis, pelo apoio na condução deste trabalho, sempre disposta a me ajudar, muito obrigada;

Aos companheiros do Setor de Plantas Daninhas e Medicinais: Leonardo, Marcela, Patrícia, Tamara e Ismael. Pela ajuda e momentos de descontração no laboratório. A contribuição de cada um foi singular;

Aos amigos que aqui fiz em Campos dos Goytacazes, tornando os meus dias mais alegres e amenizando a saudade de casa, em especial “Friend-girls” e “Os abençoados” que foram fundamentais nas horas de descontração durante esses dois anos;

Aos amigos da Pastoral Anjos da Noite, que eu considero uma família, pois exala amor, carinho e solidariedade;

Às companheiras de república, Marlene e Rozane, apesar de todas as dificuldades enfrentadas durante os dois anos, a superação e amadurecimento levarei para a vida;

Os meus sinceros agradecimentos a todos que de algum modo colaboraram, torceram e incentivaram para a conclusão deste trabalho.

Gratidão a todos!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A Pinha ( <i>Annona squamosa</i> L.) .....	4
2.1.1. Taxonomia e morfologia.....	5
2.1.2. Aspectos fisiológicos e exigências da cultura da Pinha .....	6
2.2. Competição entre plantas .....	7
2.2.1. <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.....	8
2.2.2. <i>Cyperus rotundus</i> L. ....	9
2.2.3. <i>Bidens pilosa</i> L. ....	10
2.3. Comportamento dos herbicidas na planta.....	11
2.3.1. Glyphosate .....	12
2.3.2. Paraquat .....	13
2.3.3. Diuron.....	15

2.4. Deriva de herbicidas .....	16
3. TRABALHOS .....	17
3.1. Competição de plantas daninhas em plantas de Pinha ( <i>Annona squamosa</i> L.) .....	17
3.2. Efeito da deriva de herbicidas em plantas de Pinha ( <i>Annona squamosa</i> L.) .....	44
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
6. APÊNDICES .....	74

## RESUMO

MALCHER, Deyse Jacqueline da Paixão; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março de 2017; Ensaio protegido de competição com plantas daninhas e deriva de herbicidas em plantas de pinha (*Annona squamosa* L.); Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas.

A pinha (*Annona squamosa* L.) vem se mostrando bastante expressiva com relação ao seu consumo e produção. Estados brasileiros como Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Ceará estão investindo no cultivo, assim como na Região Norte Fluminense, que possui condições edafoclimáticas favoráveis para essa cultura, além de se localizar próxima dos grandes centros consumidores. A pinha é uma cultura promissora e há poucas informações a respeito do manejo de plantas daninhas, bem como poucas informações sobre o uso de herbicidas. Objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito da interferência de três espécies de plantas daninhas, em diferentes densidades, sobre a cultura da pinha e avaliar o efeito da deriva de herbicidas nos aspectos fisiológicos e crescimento da cultura. Para tanto, foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação. O primeiro foi em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 4, três espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis* Willd., *Bidens pilosa* L. e *Cyperus rotundus* L.) em quatro densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas daninhas por vaso), para realizações das

avaliações morfológicas, fisiológicas e nutricionais. Observou-se que a *Digitaria horizontalis* foi a espécie que se apresentou mais agressiva à cultura da Pinha no aspecto fisiológico e no crescimento de raízes em um período de 60 dias sob competição. O segundo experimento de simulação de deriva foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 5, sendo três tratamentos com herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) e as sub doses utilizadas (0, 15, 30, 45 e 60 % das doses recomendadas pelo fabricante). As avaliações foram realizadas antes da aplicação dos herbicidas. Após a aplicação foram realizadas mais cinco avaliações aos 2, 4, 7, 14 e 21 dias após a simulação da deriva (DASD). Foram realizadas avaliações morfológicas e fisiológicas. Dos três herbicidas avaliados, o Paraquat e o Paraquat + Diuron foram os mais agressivos para a cultura, mesmo nas menores doses. Porém, aos 14 dias houve uma tendência a recuperação das plantas, que receberam o Paraquat + Diuron. Os dados foram submetidos ao teste de Cochran e Lilliefors, análise descritiva (médias  $\pm$  desvio padrão) e submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) e para as variáveis quantitativas foram realizadas a análise de regressão. Concluiu-se que a planta de Pinha é uma espécie que, no seu desenvolvimento inicial, é sensível à competição com a espécie *Digitaria horizontalis* e que houve o efeito de deriva mesmo nas menores doses dos herbicidas Paraquat e Paraquat + Diuron.

Palavras-chave: daninhas, subdosagens, fisiologia, nutrição mineral

## ABSTRACT

MALCHER, Deyse Jacqueline da Paixão; M.Sc .; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March 2017; Protected trials of weed competition and herbicide drift in sugar apple plants (*Annona squamosa* L.); Advisor: teacher. Silvério de PaivaFreitas.

The sugar apple (*Annona squamosa* L.) has been proving to be quite expressive in relation to its consumption and production. Brazilian states such as Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo and Ceará are investing in cultivation, as well as in the Northern Fluminense Region, which has favorable edaphoclimatic conditions for this crop, besides being located close to major consumer centers. Sugar apple is a promising crop and there is little information on weed management as well as little information on the use of herbicides. The objective of this work was to study the effect of interference of three weed species, in different densities, on a sweetsop crop and to evaluate the effect of the drift of herbicides on physiological aspects and in the crop growth. To do so, two experiments were conducted under greenhouse conditions. The first one was in a design of randomized blocks, with four replications in a 3 x 4 factorial scheme, three weed species (*Digitaria horizontalis* Willd., *Bidens pilosa* L. and *Cyperus rotundus* L.) in four competing densities (0, 15, 30 and 45 weed plants per pot), to perform the morphological, physiological and nutritional evaluations. It was observed that the *Digitaria horizontalis* was the most aggressive to the sugar apple culture in the

physiological aspect and the root growth in a period of 60 days under competition. The second drift simulation experiment was carried out in a design of randomized blocks, with four replications in a 3 x 5 factorial scheme, being three treatments with herbicides (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) and the sub doses used (0, 15, 30, 45 and 60% of the doses recommended by the manufacturer). The evaluations were carried out before the application of the herbicides. After the application, five additional evaluations were performed at 2, 4, 7, 14 and 21 days after the drift simulation (DASD). Morphological and physiological evaluations were performed. From the three herbicides evaluated, Paraquat and Paraquat + Diuron were the most aggressive for the crop, even at the lowest doses. However, at 14 days there was a tendency for the plants recovery, which received Paraquat + Diuron. Data were submitted to Cochran and Lilliefors tests, descriptive analysis (average  $\pm$  standard deviation) and submitted to analysis of variance (ANOVA). The averages of the qualitative variables were compared by the Tukey test at 5% probability level ( $p < 0.05$ ) and for the quantitative variables was performed the regression analysis. It is concluded that the sugar apple plant is a species that, in its initial development, is sensitive to competition with the species *Digitaria horizontalis* and that there was the drift effect even in the lower doses of the herbicides Paraquat and Paraquat + Diuron.

Keywords: weeds, underdoses, physiology, mineral nutrition

## 1. INTRODUÇÃO

Algumas espécies da família Annonaceae estão se destacando no mercado e tendo aceitação em várias partes do mundo, principalmente por produzirem frutos de grande interesse comercial. Dentre os de maiores destaques estão a cherimólia (*Annona cherimola*), a Pinha (*Annona squamosa* L.), a atemoia (híbrido *Annona squamosa* x *Annona cherimola*) e a graviola (*Annona muricata*) (Lemos, 2014). Sendo que dentre estas annonaceae, a pinha e a atemoia vêm apresentando crescente interesse por parte dos produtores, devido alcançarem elevados preços e por sua entrada no mercado europeu e americano (Sobrinho, 2010). Entre os países que se destacam no mercado em produção de pinha estão: Tailândia, Filipinas, Brasil, Cuba e Índia (São José et al., 2014a).

No Brasil, dados mostram que em 2012 os principais Estados produtores de Pinha foram: Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Ceará. Sendo que o Estado da Bahia é considerado o maior produtor brasileiro de Pinha, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas. São Paulo e Minas Gerais são os Estados fora da Região Nordeste que apresentam produção significativa de Pinha (Lemos, 2014). Segundo Sfarming (2017), dentre as frutas da família *Annonaceae* de importância comercial, a Pinha tem 95% da produção nacional no Nordeste do país.

Outras Regiões do Brasil também vêm apresentando interesse por essa cultura. Segundo Ponciano et al. (2004), na Região Norte Fluminense a fruticultura tem-se destacado como a atividade agrícola crescente, aumentando a renda nas pequenas propriedades e gerando empregos. De acordo com Costa et al. (2002), a Região Norte e Noroeste Fluminense apresentam forte aptidão para a fruticultura devido sua proximidade aos grandes Centros consumidores, tais como o Rio de Janeiro, Vitória, Belo Horizonte e São Paulo, o que facilita a comercialização. A cultura da Pinha tem sido apontada como uma das fruteiras mais promissoras para a região, pois apresenta fácil adaptação edafoclimática e principalmente pelo elevado preços dos frutos no mercado.

No cultivo da pinha alguns fatores são limitantes principalmente com relação à falta de informações. E um dos pontos principais é com relação aos aspectos fisiológicos da planta e a suas necessidades nutricionais (São José et al., 2014b) sobretudo quando estão sobre competição com plantas daninhas. Com tudo, deve-se ter atenção, pois é importante conhecer não só a espécie de planta daninha e sua forma de controle, mas também saber a densidade dessas plantas na área e em que estágio de desenvolvimento irá causar prejuízos à cultura. No entanto, quando se busca defensivos registrados para as plantas de pinha, há uma grande dificuldade, pois apesar de possuir uma importância econômica, ainda assim não se tem estudos suficientes para registro de produtos específico no mercado, sendo comum o uso de produtos não registrados para a cultura. Por isso, deve se ter atenção na utilização para evitar desperdícios e danos na cultura e ao meio ambiente.

Um dos prejuízos que o uso inadequado de herbicida causa é a deriva. Segundo Costa et al. (2012), a deriva torna-se indesejável principalmente pelos prejuízos diretos que ocasiona ao produtor, bem como perdas nas culturas sensíveis de vizinhos próximos. A deriva acidental pode ocorrer em função de diversos fatores como o tamanho da gota, altura da ponta de pulverização, velocidade de operação, volume de aplicação, condições ambientais (velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar), e ainda, da formulação utilizada (Langaro et al., 2014).

Estudos de competição com plantas daninhas em diferentes densidades nas plantas de Pinha, ainda são raros, principalmente quando se leva em

consideração os aspectos fisiológicos e nutricionais da planta. A maioria dos trabalhos publicados sobre os aspectos nutricionais da Pinha é com relação às diferentes dosagens de nutrientes em função da necessidade da cultura, porém não adianta fornecer as dosagens corretas se a planta tiver que competir com outras espécies por esses nutrientes, principalmente no seu estado inicial de plantio. E quando se realiza o controle dessas plantas daninhas por meio do uso de herbicidas, também são poucos os trabalhos com relação aos impactos que a deriva desses produtos pode causar aos aspectos fisiológicos e nutricionais nas plantas de Pinha.

Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da interferência de três espécies de plantas daninhas em diferentes densidades sobre a cultura da Pinha e avaliar o efeito da deriva de diferentes tratamentos com herbicidas nas plantas de Pinha.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Pinha (*Annona squamosa* L.)

A Pinha (*Annona squamosa* L.) é uma planta originária das Antilhas e encontra-se disseminada em quase todos os continentes. Conhecida na língua inglesa com “*sugar apple*” ou “*sweetsop*”, “*rinon*” em espanhol e “*ata*” em francês. Foi introduzida no Brasil, precisamente na Bahia, na terceira década do século XVII e é cultivada em todo o Brasil, comercialmente ou em quintais, para consumo familiar (Sobrinho, 2010).

A origem da palavra *Annona* é do latim e significa “colheita anual”. Tem importância economicamente para muitos países da África e Ásia e também da América Central, do Norte e do Sul no Brasil. A maior parte do consumo é do mercado interno, e a exportação dos frutos ainda é pequena apesar de seu potencial (São José et al., 2014a). Até as últimas décadas do século XX, as *annonaceae* foram consideradas frutas de menor importância comercial no Brasil, porém a partir de 1980, iniciou-se o incremento da demanda de mercado para a Pinha (Souza et al., 2015).

Para Lemos (2014), algumas espécies da família *Annonaceae* estão se destacando no mercado e tendo aceitação em várias partes do mundo. Dentre os

de maiores destaques estão à cherimólia (*Annona cherimola*), a Pinha (*Annona squamosa*), a atemoia (híbrido *Annona squamosa* x *Annona cherimola*), e a graviola (*Annona muricata*).

Dos países que se destacam no mercado em produção das anonáceas, em especial para a Pinha, temos: Tailândia, Filipinas, Brasil, Cuba e Índia (São José et al., 2014a). Os principais Estados produtores no Brasil são: Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Ceará. Sendo o Estado da Bahia considerado o maior produtor brasileiro de Pinha, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas. São Paulo e Minas Gerais são Estados fora da região Nordeste que apresentam produção significativa de Pinha (Lemos, 2014).

A pinha, assim como outras fruteiras tropicais, possui diversas finalidades, devido ao seu valor nutricional como produto alimentar. Habitualmente, são comercializadas sob a forma de fruta fresca ou polpas utilizadas no preparo de sucos, geleias, iogurtes, sorvetes, entre outras finalidades (São José et al., 2014a). Nas regiões Norte e Noroeste Fluminense a Pinheira tem sido considerada como uma das fruteiras mais promissoras, pois apresenta fácil adaptabilidade edafoclimática e os seus frutos estão alcançando elevados preços no mercado, fazendo com que os produtores tenham interesse em produzi-la na região (Costa et al., 2002).

### 2.1.1. Taxonomia e morfologia

Na família das anonáceas são conhecidos 129 gêneros e mais de 2.000 espécies (Souza et al., 2015). De acordo com Manica (1997), a *A. squamosa* L. pertence adivisão: Angiospermae; classe: Magnoliopsida (dicotiledôneas); ordem: Magnoliales; família: Annonaceae; subfamília: Annonoideae e gênero: *Annona*.

A planta de Pinha é perene, lenhosa, considerada de porte baixo, com 4 a 6 metros de altura, bastante ramificada. As folhas apresentam lâminas oblongo-elípticas, de ápice obtuso ou acuminado e medindo de 5 a 15 cm de comprimento por 2 a 6 cm de largura, com coloração verde-brilhante na parte superior e verde-azulada na parte inferior (Mosca et al., 2006). As flores são hermafroditas, axilares, com cálice e corola carnosos, formando uma câmara floral, que funciona

como abrigo e fonte alimentar para os visitantes florais. As flores apresentam pétalas carnosas, de coloração clara e de odores fortes e desagradáveis. A antese é crepuscular, iniciando por volta das 17 horas e a duração das flores é de aproximadamente dois dias. As flores se apresentam em fase feminina nas primeiras 20 horas e em fase masculina nas 20 horas seguintes, caracterizando a dicogamia (Kiill e Costa, 2003).

O fruto é sincarpo arredondado, ovóide, esférico ou cordiforme, com dimensões de 5 a 10 cm de diâmetro, formado por carpelos bastante destacados, cobertos externamente por uma saliência achatada em forma de tubérculos regularmente expostos. A polpa dos frutos é branca, doce e aromática, recobrimdo um grande número de sementes (Mosca et al., 2006).

#### 2.1.2. Aspectos fisiológicos e exigências da cultura da Pinha

A planta de Pinha possui em sua morfologia e fisiologia mecanismos de adaptação que permitem com que ela viva de forma produtiva em diferentes ambientes em relação à disponibilidade de água. Um dos principais mecanismos que a planta apresenta para evitar a desidratação por transpiração consiste na queda total ou parcial das folhas, dependendo da estação seca, além de possuir uma cobertura cerosa nas folhas e um grande comprimento de raízes (Dias, 2003).

Um dos mecanismos fisiológicos da cultura é quando em condições de campo a planta apresenta deficiência de N, observa-se a presença de folhas amareladas próximas ao fruto. Este fato é devido à drenagem de fotoassimilados serem preferencialmente dirigidos para o enchimento dos frutos em detrimento de outras partes da planta, como forma de garantir boa formação de frutos e sementes. Porém, plantas bem nutrida não apresentam essa deficiência (São José et al., 2014b).

Ainda pouco se conhece sobre as tecnologias de produção das plantas de Pinha como a obtenção de variedades ou cultivares, poda, indução floral, polinização, controle de pragas e doenças, pós-colheita, adubação e nutrição mineral, contudo, alguns estudos já foram realizados em relação à nutrição das

plantas, mas, as recomendações de adubações são muito diversas, pois é necessário saber a quantidade adequada a serem aplicados em cada condição de plantio, para se obter melhor produção (Nogueira, 2002; Costa et al., 2002).

E apesar dos poucos estudos científicos a respeito de nutrição e da adubação de *annonaceae*, sabe-se que são muito exigentes em nutrientes (São José et al., 2014b). As fruteiras, de modo geral, retiram do solo grande quantidade de nutrientes, então um desbalanço nutricional pode comprometer toda a produção. Por isso, que a nutrição mineral de plantas está entre as técnicas culturais mais importantes. E se tratando de adubação de fruteiras, o nitrogênio (N) e o boro (B) são nutrientes que merecem atenção, pois afetam diretamente a produção, a produtividade e a qualidade de frutos (Costa et al., 2002).

A fisiologia do crescimento e da reprodução das *annonaceae* está relacionada diretamente com a nutrição mineral, e cada espécie do gênero *Annona* apresenta exigências nutricionais específicos em relação as suas funções metabólicas, apesar da sua aparente rusticidade extraem do solo grande quantidade de elementos minerais (São José et al., 2014b).

Em relação ao plantio das plantas de Pinha, deverá ser realizada, se houver a necessidade, a calagem com base na análise do solo, elevando a saturação por bases na camada arável a 80%, as *annonaceae* em geral se desenvolvem melhor em pH 6,5 a 7,5 (Martelleto e Ide, 2008; Aguiar et al., 2014) e a concentração de magnésio no solo no mínimo de  $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Para a adubação de formação: aplicar, de acordo com a idade da planta que pode variar de um a quatro anos, cerca de 40 a 300 g de N, 30 a 250 g de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e de 30 a 300 g de  $\text{K}_2\text{O}$  por ano, ao redor de cada planta, na projeção da copa (Aguiar et al., 2014). O espaçamento de plantio da Pinha é de 4 x 3 m a 4 x 4 m (Martelleto e Ide, 2008) e as condições que melhor favorecem a cultura da Pinha são regiões tropicais áridas com temperaturas médias de  $32^\circ\text{C}$  e alta luminosidade. Temperaturas de  $11^\circ\text{C}$  já causam danos aos frutos (Aguiar et al., 2014).

## 2.2. Competição entre plantas

O controle das plantas daninhas consiste em reduzir seu número até níveis aceitáveis para convivência, ou seja, sem que essas causem prejuízos para a

cultura. Já o manejo das plantas daninhas consiste em se utilizar, de forma integrada e planejada, práticas dos diferentes métodos de controle, para manter a cultura livre de interferência e a infestação em níveis aceitáveis (Vargas et al., 2013). Segundo Constatin (2011), um dos principais métodos de controle de plantas daninhas é o cultural, onde a cultura deve ser implantada sadia e vigorosa e possuir um alto poder de competição, dificultando o surgimento e o desenvolvimento de plantas daninhas.

O manejo de plantas daninhas envolve estratégias que devem ser aplicadas em épocas adequadas. O controle deve ser realizado antes do plantio, na implantação e após a implantação do pomar (Vargas et al., 2013). As plantas daninhas na maioria das vezes apresentam maior habilidade em competir por nutrientes, água, luz e CO<sub>2</sub> que as plantas cultivadas. Segundo Oliveira Jr. et al. (2011), os teores de nitrogênio e potássio encontrados em amendoim-bravo e em beldroega são superiores aos encontrados em plantas cultivadas. Ferreira et al. (2013), relatam que dos recursos pelos quais as plantas competem, destacam-se principalmente os nutrientes, os quais podem ser afetados por vários fatores, como o teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas.

### 2.2.1. *Digitaria horizontalis* Willd.

*Digitaria horizontalis* Willd. pertence à família poaceae (Gramineae). Conhecida vulgarmente como capim colchão, milhã, capim-milhã, capim-colchão-miúdo, capim-de-roça, capim-tinga (Lorenzi, 2014), é uma planta ereta ou decumbente, muito entouceirada, de 30-60 cm de altura, distingue-se facilmente das demais plantas do gênero *Digitaria* por apresentar nos racemos, junto à base de cada espiguetas, um longo pelo branco (Lorenzi, 2008).

Quando isolada ou em espaço aberto, tende a estender os ramos sobre o solo, em todos os sentidos, a partir da base, elevando apenas a parte terminal com a inflorescência (Dias et al., 2007). É planta nativa nas regiões tropicais, sendo que no Brasil é predominante na região Sudeste. É anual e reproduzida por

semente, alastrando-se por enraizamento a partir de nós dos colmos em contato com o solo. Encontrada em solos férteis, cultivados ou não, sendo pouco agressiva em solos pobres. É uma das primeiras infestantes a aparecer após o preparo do solo, na primavera (Kissmann, 1997).

Com relação à competição por nutrientes a *D. horizontalis* apresenta-se bastante eficiente. No trabalho desenvolvido por Catunda (2002) com a cultura do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantas daninhas, observou-se que o capim-colchão extraiu mais fósforo e potássio em relação às demais espécies de daninhas avaliadas, e à medida que se aumenta a densidade dessa espécie em competição com o abacaxizeiro, pode-se chegar a reduções próximas a 60% nos teores de fósforo quando se têm 40 plantas por vaso, o que equivalente a aproximadamente 570 plantas m<sup>2</sup>. Fialho et al. (2012), observaram também que à medida que aumenta a densidade de plantas de *D. horizontalis* a concentração de N na folha do cafeeiro, que conviveu em competição apresentou uma redução de 0,59 e 0,33 g kg<sup>-1</sup>.

### 2.2.2. *Cyperus rotundus* L.

*Cyperus rotundus*, pertence à família Cyperaceae conhecida como tiririca, capim-dandá, junca-aromática, alho, tiririca-comum (Lorenzi, 2014). Planta perene herbácea, ereta, de caule triangulado, com rizomas e tubérculos vigorosos que podem atingir até mais de um metro de profundidade, de 10-60 cm de altura, originária da Índia e disseminada em mais de 92 países. Propaga-se por semente e por tubérculos. É a planta daninha mais disseminada e a mais nociva de todo o mundo. Elas podem ser encontradas em todos os tipos de solo, climas e culturas (Lorenzi, 2008).

É uma espécie perene de difícil manejo, causadora da redução da produtividade em plantios comerciais de diversas culturas. Devido à sua agressividade, capacidade de reprodução, alta dispersão e rusticidade. Tornando assim o seu controle difícil e oneroso (Silveira et al., 2010).

Segundo Panozzo et al. (2009), a tiririca está entre as 20 espécies daninhas que mais causam prejuízos no mundo, pois a competição ocorre

durante todo o ciclo, é uma espécie de ampla adaptabilidade a muitos ambientes agrícolas e pela capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente.

As plantas são consideradas sinalizadoras, pois são capazes de fornecer informações a respeito do solo onde elas aparecem. A incidência de tiriricas indica solos ácidos, adensados, mal drenados e com possível deficiência de magnésio (Meirelles e Rupp, 2005).

### 2.2.3. *Bidens pilosa* L.

*Bidens pilosa* L. pertence à família Asteraceae (Compositae), conhecida popularmente como amor-seco, carrapicho, carrapicho-de-agulha, carrapicho-de-duas-pontas, carrapicho-picão, coambi, cuambri, cuambu, erva-picão, fura-capá, guambu, macela-do-campo, picão, picão-amarelo, picão-das-horas, picão-do-campo, picão-preto, pico-pico, piolho-de-padre (Lorenzi, 2014). Planta anual herbácea, ereta, com odor característico, de 40-120 cm de altura, nativa da América tropical. Sua Propagação é basicamente por sementes (Lorenzi, 2008).

Uma única planta pode chegar a produzir até 3.000 sementes, e dessas poucas germinam após a maturação, apresentando assim uma característica de dormência (Kissmann, 1997). As sementes germinam facilmente até 1 cm de profundidade, quando colocadas em profundidades superiores a 10 cm, elas podem permanecer no solo por vários anos até que sejam fornecidas condições favoráveis para sua germinação (Lorenzi, 2008).

*Bidens pilosa* está presente em quase todo território Brasileiro, tendo maior concentração na região Centro-Sul, onde esta é considerada uma das principais espécies infestantes. É uma planta anual considerada de alto potencial reprodutivo (Catunda, 2002). A incidência de picão preto na área é um indicador de solos de média fertilidade (Meirelles e Rupp, 2005). A *B. pilosa* em densidade equivalente a 75 plantas por m<sup>2</sup> quando colocadas para competir com a cultura do cafeeiro, conseguem extrair e acumular mais de nove, quinze, sete e oito vezes a quantidade de N, P, K e S, respectivamente, comparada ao cafeeiro (Ronchi et al., 2003). Contudo, essa espécie também apresenta importância social que é a sua utilização na área medicinal. Estudos realizados por Borges et al. (2013),

mostraram-se que a ação anti-inflamatória é uma das principais indicações terapêuticas do picão preto.

### 2.3. Comportamento dos herbicidas na planta

De acordo com a etimologia da palavra Herbicida o termo herbi significa: erva, e o termo cida: matar. É um produto químico utilizado na agricultura para o controle de plantas daninhas, o qual apresenta algumas vantagens na sua utilização devido à ação rápida e de baixo custo operacional (Silva et al., 2010).

Para Oliveira Jr. (2011a), os herbicidas são substâncias químicas capazes de selecionar populações de plantas. O termo “seleção” se refere à atuação desses produtos, provocando a morte de certas plantas e não de outras.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas tornou-se uma preocupação mundial, pois consiste na capacidade de uma planta ou biótipo em sobreviver a determinados tratamentos com herbicidas que, sob condições normais, controlam os demais indivíduos da população, de acordo com a dose recomendada pelo fabricante (Vargas et al., 2007).

Os herbicidas podem ser classificados de diversas formas quanto à seletividade, a translocação, época de aplicação, estrutura química e o mecanismo de ação. E algumas classificações envolvem aspectos mais específicos como o tipo de formulação, volatilidade, persistência, potencial de lixiviação, classe toxicológica, solubilidade, polaridade ou forma de dissociação e toxicidade (Oliveira Jr., 2011a). A ocorrência de sintomas de intoxicação por herbicidas em plantas frutíferas, jovens ou adultas, é bem comum ocorrer. Devido falhas na aplicação, o que se torna preocupante em decorrência dos efeitos negativos sobre a produção. São raros os estudos que avaliam as perdas na produção em frutífera com relação à toxicidade dos herbicidas (Vargas e Roman, 2003), mas o uso desses produtos pode prevenir a interferência das plantas daninhas, principalmente no início do plantio, período em que as plantas daninhas causam normalmente as maiores perdas nas culturas, devido à competição (Oliveira Jr., 2011a).

Segundo Vargas e Roman (2003), um dos fatores que podem reduzir a absorção e translocação dos herbicidas nas plantas é quando a aplicação é feita sobre a planta estressada, podendo assim reduzir o metabolismo das moléculas dos herbicidas por parte da planta. Outro fator é a chuva logo após a aplicação, lavando as moléculas do herbicida das folhas, diminuindo, dessa forma, sua absorção. Na fruticultura é comum o uso do glyphosate, que necessita de até seis horas sem chuva após a aplicação para ser absorvido em quantidade suficiente para controlar a planta daninha.

### 2.3.1. Glyphosate

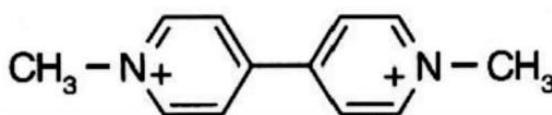
É um dos herbicidas mais utilizados e estudados em todo o mundo, em função da sua vasta utilização na agricultura. Espera-se nos próximos anos o aumento do uso de glyphosate na agricultura do país, entre outros motivos, pela agregação de novas áreas de plantio, pelo aumento de áreas sob plantio direto e pela difusão do uso de culturas geneticamente modificadas resistente ao glyphosate (Constatin e Oliveira Jr., 2011).

O glyphosate, N-fosfometil glicina, foi sintetizado em 1964 como potencial quelante industrial, mas seu uso como herbicida ocorreu apenas em 1971. Devido à limitada solubilidade (1,2% a 25°C) do ácido em água, os sais mais solúveis do ácido são preferidos para as formulações. O termo glyphosate é geralmente utilizado para indicar tanto o ácido como seus sais, pois eles são biologicamente equivalentes (Yamada e Castro, 2007).

O herbicida glyphosate, pertence ao grupo químico dos derivados da glicina, sendo um aminoácido análogo ao aminoácido natural. Seu nome é derivado da contração entre glicina + fosfato. É um ácido orgânico fraco formado por uma molécula de glicina e outra de fosfometil, a fórmula química genérica é  $C_3H_8NO_5P$  (Rodrigues e Almeida, 2005; Mesquita et al., 2012) e fórmula estrutural:



molécula aceptora de elétrons, causando em plantas expostas à luz, sérios prejuízos fisiológicos, com depleção de NADPH e inibição da fixação de CO<sub>2</sub>, com conseqüente produção de superóxidos, os quais promovem a destruição de membranas (Martins, 2013). Segundo Serra et al. (2003), os seus sais são eletrólitos fortes que, em solução, se dissociam em grande quantidade de íons positivos e negativos. Geralmente é comercializado como Gramoxone<sup>®</sup>, Gramocil<sup>®</sup>, Agroquat<sup>®</sup>, Gramuron<sup>®</sup>, Paraquat<sup>®</sup>, Paraquol<sup>®</sup> (Martins, 2013). Com nomenclatura química de 1,1'-dimethyl- 4,4'-bipyridinium, fórmula bruta com C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub> e fórmula estrutural:



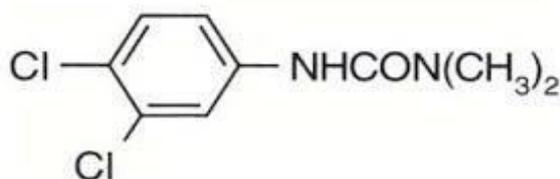
Fonte: Serra et al.(2003)

Seu mecanismo de ação é na inibição do fotossistema I, atuando como falso acceptor de elétrons e causa injurias nas plantas completamente distintas daquelas causadas pelos herbicidas inibidores do fotossistema II (Oliveira Jr., 2011b). Paraquat, ao contrário do glyphosate, tem ação muito rápida e é resistente à chuva. As plantas daninhas pulverizadas pela manhã geralmente apresentam sintomas à tarde, facilitando a visualização, por parte dos operadores de pulverização e administradores de plantação, de quais áreas já foram pulverizadas. Isso ocorre mesmo que chova dentro de 15-30 minutos, possibilitando a pulverização por um período maior em caso de previsão de chuva (Centro, 2013).

O uso do Paraquat elimina somente o crescimento da parte aérea das plantas daninhas, não afetando a germinação de novas plantas, permitindo, assim, que a vegetação se restabeleça, protegendo o solo e proporcionando habitats para ajudar a biodiversidade (Martins, 2013). Em culturas arbustivas como o café, de acordo com Centro (2013), a aplicação é segura, pois é um herbicida não sistêmico e é desativado imediatamente ao entrar em contato com o solo, protegendo as raízes e pontos de crescimento, dessa forma, não consegue penetrar a casca dos arbustos, o que significa que ele pode ser pulverizado até a base dos mesmos.

### 2.3.3. Diuron

O herbicida Diuron [3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea] é registrado para o controle da classe das magnoliopsida e liliopsida. É aplicado tanto em pré como em pós-emergência inicial das plantas daninhas e apresenta amplo espectro de ação (Rocha et al., 2013). Sua absorção ocorre pelas raízes, tendo baixa absorção pelas folhas e sua translocação é feita pelo xilema (Rodrigues e Almeida, 2005). Ele é comercializado como Diuron Nortox<sup>®</sup>, Herburon<sup>®</sup>, Karmex<sup>®</sup> (Rodrigues e Almeida 2011). Com fórmula estrutural:



Fonte: Rodrigues e Almeida (2011)

O Diuron é um herbicida do grupo das ureias substituídas. Seu mecanismo de ação é a destruição do Fotossistema II e consequente interrupção da fotossíntese (Severino et al., 2006). São considerados inibidores do transporte de elétrons, uma vez que resultam na remoção ou inativação de um ou mais carregadores intermediários do transporte de elétrons. A taxa de fixação de CO<sub>2</sub> em plantas sensíveis declina em poucas horas após a aplicação, chegando próximo a zero, não ocorrendo a recuperação. Já em plantas tolerantes a taxa de fixação não declina tanto, e em poucos dias retorna ao normal (Oliveira Jr., 2011b).

Os sintomas de fitotoxicidade aparecem inicialmente nas folhas, que ficam com coloração verde-clara, evoluindo para necrose. Os sintomas podem aparecer em poucas horas após a aplicação, se a dose for alta, ou em vários dias se houver acúmulo no solo e absorção gradual. O Diuron é fortemente adsorvido pelos coloides de argila ou matéria orgânica e podendo ser lixiviado em solos arenosos (Rodrigues e Almeida, 2005).

## 2.4. Deriva de herbicidas

O termo Deriva se refere ao momento em que os herbicidas entram em contato com o não alvo, reduzindo a eficiência da aplicação e também colocando em risco as culturas vizinhas (Yamashita e Guimarães, 2006) e há vários fatores que podem ocasionar a deriva acidental como os tipos de bicos, a altura da barra de aplicação, a adição de adjuvantes, a velocidade da operação e a incidência de ventos no momento da aplicação (Voltolini et al., 2015), acarretando, dessa forma, alguns prejuízos que devem ser estudados. Segundo Langaro et al. (2014), a aplicação de subdoses, simulando deriva, tem sido utilizada por diversos pesquisadores com o intuito de avaliar os possíveis efeitos em culturas sensíveis. E nas frutíferas, em geral, as aplicações de herbicidas em plantas jovens são mais prejudiciais, comparado ao momento em que as plantas atingem a maturidade (Foresti et al., 2015).

No trabalho realizado por Wagner Júnior et al. (2008) com plantas jovens de maracujazeiro amarelo, simulando a deriva nas dosagens de 3,2; 86,4; 172,8; e 345,6 g e.a ha<sup>-1</sup> de glyphosate, os autores observaram que as brotações primárias aumentaram linearmente à medida que houve acréscimo nas doses de glyphosate, relacionando esse fato à morte do meristema apical das plantas, em decorrência das doses aplicadas, inibindo o crescimento vertical e estimulando o desenvolvimento lateral com o surgimento do maior número de brotações.

Catunda (2002), ao estudar o efeito dos herbicidas Diuron + Paraquat na dose 700 g ha<sup>-1</sup>i.a. na cultura do abacaxizeiro, observou danos severos às plantas, pois afetou a razão da clorofila total/carotenóides levando à morte dessas plantas aos 30 dias após a aplicação.

A simulação de deriva em mudas de laranjeiras na dose de 72 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate, resultou no retardo no crescimento dos ramos e na super brotação das gemas, com mais emissão folhas e ramos. As plantas tratadas com glyphosate apresentaram ramos 20% mais curtos do que as não tratadas, contudo as plantas afetadas pelo glyphosate recuperaram-se entre 6 e 12 meses após a aplicação, demonstrando que o glyphosate tem baixa toxicidade para laranjeiras (Foresti et al., 2015).

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTAS DE PINHA (*Annona squamosa* L.)

Resumo – A região Norte Fluminense oferece boa aptidão à cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) e apresenta vantagem por estar próxima dos grandes centros consumidores, porém há poucas informações a respeito do manejo de plantas daninhas nos pomares. Objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito da interferência de três espécies de plantas daninhas em diferentes densidades sobre a cultura da Pinha. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Unidade de Apoio a Pesquisa da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, esquema fatorial 3 x 4, três espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis* Willd., *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L.) em quatro densidades (0, 15, 30 e 45 plantas por vaso de 40L). Onde foram avaliados o SPAD, altura, diâmetro e número de folhas das plantas de Pinhas e biomassa seca das Pinhas e das plantas daninhas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, no programa estatístico SAEG 9.0. A *Digitaria horizontalis* (capim-

colchão) foi à espécie que mais influenciou no sistema radicular das plantas de pinhas, à medida que aumentava-se as densidades de plantas. Com relação à área foliar e massa seca da parte aérea, as plantas que obtiveram as menores médias foram aquelas que estavam sob competição com espécie *Bidens pilosa* (picão-preto) nas densidades de 30 e 45 plantas por vasos. Em relação à fisiologia da planta, a pinha foi mais afetada quando submetida em competição com a *D. horizontalis*. E à medida que aumentava-se as densidades, as taxas fotossintéticas das plantas de Pinha diminuam. Com 60 dias, pode-se observar que à medida que se incrementou a densidade de 15 plantas por vaso, das três espécies de daninhas já ocorreu diminuição significativa para o Cálcio (Ca) das plantas de Pinha. Dessa forma, conclui-se que a *Digitaria horizontalis* foi à espécie que mais afetou as plantas de Pinha, na densidade de 15 plantas por vaso.

Palavras-chave: interferência, densidades, espécies, manejo

#### COMPETITION OF WEEDS PLANTS IN PINHA PLANTS (*Annona squamosa* L.)

Abstract – The North Fluminense region offers good aptitude for the sugar apple (*Annona squamosa* L.) crop and has an advantage because it is close to the large consumer centers, but there is little information about weed management in the orchards. The objective of this work was to study the effect of interference of three weed species in different densities on the Pinha crop. The experiment was conducted in a greenhouse at the Research Support Unit of the Northern Fluminense State University Darcy Ribeiro, in a randomized complete block design, with four replications, a 3 x 4 factorial scheme, three weed species (*Digitaria horizontalis* Willd , *Bidens pilosa* L., *Cyperus rotundus* L.) at four densities (0, 15, 30 and 45 plants per 40 L pot). Where SPAD, height, diameter and number of leaves of Pinhas and dry biomass of Pinhas and weeds were evaluated. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared by the Tukey test at the 5% probability level, in the

statistical program SAEG 9.0. The *Digitaria horizontalis* was the species that most influenced the root system of sugar apple plants, as plant densities increased. In relation to the leaf area and dry mass of the aerial part, the plants that obtained the lowest averages were those that were under competition with species *Bidens pilosa* at densities of 30 and 45 plants per pots. In relation to the physiology of the plant, the sugar apple was more affected when submitted in competition with the *D. horizontalis*. And as the densities increased, the photosynthetic rates of sugar apple plants declined. At 60 days, it can be observed that as the density of 15 plants per pot increased, of the three weed species there was already a significant decrease for the Calcium (Ca) of the Pinha plants. Thus, it is concluded the *Digitaria horizontalis* was the species that most affected the plants of Pinha, in the density of 15 plants per pot.

Key words: Interference, density, species, management

## INTRODUÇÃO

A pinha (*Annona squamosa* L.) pertencente à família Annonaceae já foi considerada uma das frutas de menor importância comercial no Brasil, porém a partir de 1980, iniciou uma crescente demanda de mercado. Os principais Estados produtores no Brasil são: Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Ceará. Sendo o Estado da Bahia considerado o maior produtor brasileiro de Pinha, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas. São Paulo e Minas Gerais são Estados fora da Região Nordeste que apresentam produção significativa de Pinha (Lemos, 2014).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de frutas tropicais, apresentando participação significativa no caráter social-econômico do país. E essa importância econômica reflete-se nas pesquisas, já que os últimos 15 anos crescem o número de publicações com o gênero *Annona*, com destaque

para a espécie *Annona squamosa* L., o que representa aproximadamente 33% das publicações. Essa tendência está relacionada à versatilidade de aplicações da Pinha em diferentes áreas de pesquisas, tais como, investigações farmacológicas, tecnologia de alimentos, química, dentre outras áreas de interesse (Souza et al., 2015).

Apesar de as pesquisas estarem avançando ainda há poucos estudos científicos em relação à produção vegetal e principalmente a respeito da nutrição e da adubação de plantas das Annonaceae, contudo sabe-se que são extremamente exigentes em nutrientes (São José et al., 2014b). Por esse motivo, é importante manter a cultura livre de interferências de outras espécies, principalmente no desenvolvimento inicial das plantas. Segundo Ferreira et al. (2013), dos recursos pelos quais as plantas competem, destacam-se principalmente os nutrientes, que podem ser afetados por vários fatores, como o teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas.

Essa competição entre plantas pode interferir não somente na nutrição das plantas como também nos aspectos fisiológicos. Segundo Ferreira et al. (2011), a maioria dos estudos em que se avaliaram os efeitos da competição entre as plantas daninhas e as culturas desejadas tiveram como interesse avaliar apenas o efeito da matocompetição na produtividade e no crescimento das culturas, quantificando apenas as consequências da presença das plantas daninhas, não levando em consideração as causas relacionadas às aptidões fisiológicas específicas de cada planta.

No entanto, avaliar a competitividade das espécies através de variáveis fisiológicas pode ajudar no estabelecimento de estratégias de controle de plantas daninhas, bem como alternativas à aplicação de herbicidas (Ferreira et al., 2015), pois, de acordo com Floss (2008), a atividade fotossintética pode sofrer alterações indiretas devido interferências com plantas daninhas. A competição por água, por exemplo, pode levar a uma deficiência hídrica, em que a cultura reduz as perdas de água pelo fechamento dos estômatos, reduzindo o influxo de CO<sub>2</sub> e a fotossíntese pela deficiência desse substrato.

A taxa fotossintética é altamente dependente da abertura estomática, podendo assim ser boa indicadora da resposta fisiológica da cultura à competição com plantas daninhas (Ferreira et al.,2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da competição de três espécies de plantas daninhas *Digitaria horizontalis* (capim colchão), *Bidens pilosa* (picão preto) e *Cyperus rotundus* (tiririca) nas características morfológicas, fisiológicas e nutricionais da Pinha.

## MATERIAL E METODOS

### Implantação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Unidade de Apoio a Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, do campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes – RJ (latitude 21° 44' 47" S e na longitude 41° 18' 26" O), entre os meses de maio a agosto de 2016. As temperaturas média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento foram 22,48°C, 13°C e 40°C, respectivamente. As umidades relativas do ar média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento foram 74,92%, 26% e 95,1%, respectivamente (Figura 1). Os dados climatológicos de temperatura (T°) e umidade relativa (UR) do ar foram monitorados em intervalos de uma hora, pelo Data Logger® (modelo: RHT10, marca Extech), instalado na casa de vegetação.

Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima é tropical, quente e úmido com verão chuvoso, inverno seco, com altitude média de 11 m.

A casa de vegetação, onde o experimento foi realizado, apresenta forma em arco, coberta com filme de polietileno de 150 µm de espessura e com tela

sombrite (50% de transmitância de fótons fotossintéticos) e fechada nas laterais também com tela sombrite (30% de transmitância).

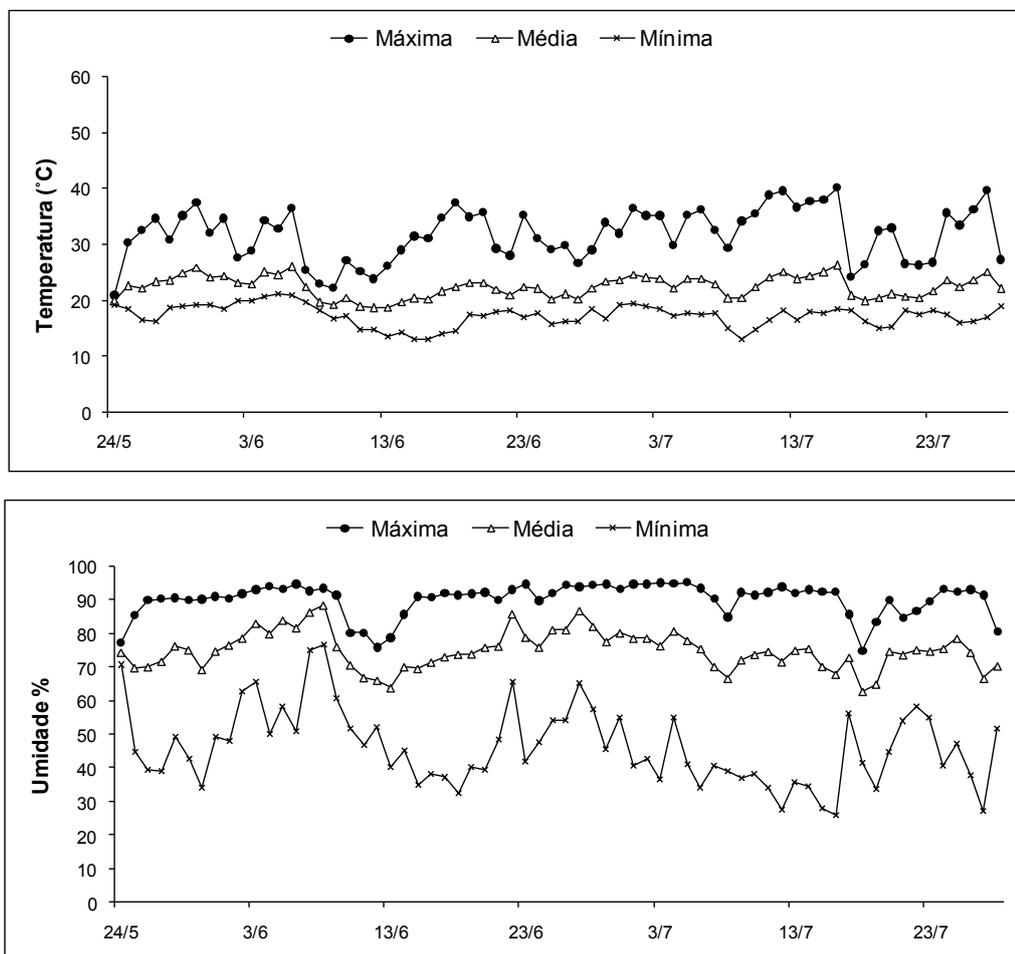


Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), máxima, média e mínima, na casa de vegetação durante a condução do experimento.

As sementes *Annona squamosa* L. foram obtidas de frutos comerciais, advindo do município de Teresópolis/RJ e após o despoldamento as sementes foram colocadas para secar por 24h em temperatura ambiente e posteriormente embebidas em solução a 50 ppm Pro-Gibb contendo GA<sub>3</sub> à 10%, a fim de acelerar a germinação, e após esse processo foram tratadas com fungicida Orthocide, Captan® (2g Kg<sup>-1</sup>). As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de polietileno e quando atingiram os dois pares de folhas definitivas foram transplantadas para os vasos com capacidade de 5,5 dm<sup>3</sup> contendo solo + areia + substrato comercial BASAPLANT® na proporção 1:1:1 (v/v). O substrato foi

encaminhado a FUNDENOR para análise física e química. As características químicas do substrato foram: pH (H<sub>2</sub>O)= 5,1; S-SO<sub>4</sub>= 17 mg/dm<sup>3</sup>; P= 58 mg/dm<sup>3</sup>; K= 2,7 mmolc/dm<sup>3</sup>; Ca= 30,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg= 15,2 mmolc/dm<sup>3</sup>; Al= 1,2 mmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al= 38,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; Na= 1,8 mmolc/dm<sup>3</sup>; C= 30,3 g/dm<sup>3</sup>; MO=52,24 g/dm<sup>3</sup>; CTC= 88,70 mmolc/dm<sup>3</sup>; SB= 50,20 mmolc/dm<sup>3</sup>; Fe= 109,66 mg/dm<sup>3</sup>; Cu= 0,62 mg/dm<sup>3</sup>; Zn= 4,85 mg/dm<sup>3</sup>; Mn= 50,41 mg/dm<sup>3</sup> e B= 0,58 mg/dm<sup>3</sup>. E as características físicas: Silte= 60 g.dm<sup>3</sup>; Argila=70 g.dm<sup>3</sup> e Areia total= 870 g.dm<sup>3</sup>

Foram realizadas as correções, antes do transplante, a fim de elevar o teor de base acima de 70%, segundo Martelleto e Ide (2008), as anonáceas se desenvolvem melhor em solos com pH 6,5 a 7,5.

Após três meses, foram transplantadas para vasos de 40L de capacidade a fim de simular o plantio dessas plantas no campo. Para tanto, foi utilizado para o preenchimento dos vasos solo + areia + esterco bovino na proporção 1:1:1 (v/v).O substrato foi encaminhado a FUNDENOR para análise física e química. As características químicas do substrato foram: pH (H<sub>2</sub>O)= 7; S-SO<sub>4</sub>= 68 mg/dm<sup>3</sup>; P= 200 mg/dm<sup>3</sup>; K= 52,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; Ca= 23,3 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg= 19,5 mmolc/dm<sup>3</sup>;Al= 0 mmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al= 11,6 mmolc/dm<sup>3</sup>; Na= 15,4 mmolc/dm<sup>3</sup>; C= 15,9 g/dm<sup>3</sup>; MO=27,41 g/dm<sup>3</sup>; CTC= 122,30 mmolc/dm<sup>3</sup>; SB= 110,70 mmolc/dm<sup>3</sup>; Fe= 102,54 mg/dm<sup>3</sup>; Cu= 0,59 mg/dm<sup>3</sup>; Zn= 8,01 mg/dm<sup>3</sup>; Mn= 74,01 mg/dm<sup>3</sup> e B= 0,45 mg/dm<sup>3</sup>. E as características físicas: Silte= 150 g.dm<sup>3</sup>; Argila=130 g.dm<sup>3</sup>; Areia total= 720 g.dm<sup>3</sup>

Foi plantada uma muda de Pinha em cada vaso, em seguida foram aplicados os tratamentos consistindo de três espécies de plantas daninhas: *Digitaria horizontalis* Willd. (capim colchão), *Bidens pilosa* L. (picão preto) e *Cyperus rotundus* L. (tiririca) e quatro densidades (0, 15, 30 e 45 plantas por vaso), que corresponde a (0, 94, 187, 281 plantas m<sup>-2</sup>), em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 4, três espécies de plantas daninhas em quatro densidades e quatro repetições, totalizando 48 plantas.

Sendo que as plantas daninhas foram obtidas pelo método de propagação por sementes para as espécies *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa* e pelo método de propagação vegetativa via tubérculos para a *Cyperus rotundus*.

### Avaliações realizadas

As avaliações nas plantas de Pinha foram realizadas antes e após a competição, sendo 0,15, 30 e 60 dias após o plantio das plantas daninhas (DAPD).

### Avaliações biométricas:

Após 0,15, 30 e 60 DAPD, foram avaliados os seguintes parâmetros de crescimento para as plantas de Pinha: altura, com o auxílio de uma régua graduada; diâmetro do caule, com o auxílio de um paquímetro digital e contagem do número de folhas, pelo método visual. Ao final do experimento, foi determinada a área foliar (com auxílio do aparelho modelo Licor 3100, onde o valor é obtido no momento em que a folha passa pelo sensor do aparelho) e análise do volume e distribuição radicular, onde as raízes foram lavadas em água corrente sobre peneiras de 2 mm para determinação do diâmetro e volume das raízes, por meio do programa WinRhizo. E para a determinação da massa da matéria seca das raízes (MSR) e da parte aérea das plantas (MSPA), os materiais foram acondicionados em sacos de papel tipo Kraft, identificados e submetidos à secagem artificial em estufa com circulação de ar forçada a  $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 72 horas.

### Avaliações fisiológicas:

Em cada avaliação as variáveis de trocas gasosas, como a taxa fotossintética líquida (fotossíntese - A,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa transpiratória (E,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e déficit de pressão de vapor da folha ( $\text{DPV}_{\text{folha-ar}}$ , KPa) foram avaliadas através do analisador de gás por infravermelho (IRGA), modelo LI-6200 (LI-COR, Lincoln, NE, USA), utilizando-se fonte de luz artificial de  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . As avaliações foram realizadas entre 8 e 9 horas e para a padronização das medições foram feitas as leituras nas folhas medianas das plantas de Pinha, marcadas com fio de barbante.

Para o Rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm), foram colocadas as pinças para adaptação ao escuro e essas ficaram mantidas fechadas por 30 minutos. Após o período de adaptação no escuro um pulso de luz saturante de 0,3s e frequência de 20000Hz foi emitido. As medidas foram realizadas por meio do fluorímetro não-modulado, modelo Pocket PEA Chlorophyll Fluorimeter (Hansatech Instruments – King"s Lynn, Norfolk).

O índice de clorofila das folhas (estimado com auxílio de clorofilômetro SPAD, aparelho Chlorophyll Meter SPAD-502 (Minolta®) O valor SPAD utilizado foi resultante da média de cinco leituras. Os valores obtidos com a medição realizada com o SPAD-502 podem ser descritos como índice, valor ou leitura SPAD (Minolta, 1989). Sendo feitas de forma instantâneas e sem destruição das amostras. Segundo Amarante et al. (2010), os valores são calculados pelo equipamento, com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, o equipamento emite luz, que atravessa o tecido foliar e atinge um receptor (fotodiodo de silicone). A luz transmitida é convertida em sinais digitais, sendo usados por um microprocessador para calcular a leitura SPAD, na faixa de 0-100. Essas avaliações foram realizadas logo após e na mesma folha da planta de Pinha em que foram realizadas as determinações de trocas gasosas.

#### Avaliações nutricionais:

Ao termino do experimento em casa de vegetação foram realizadas as coletas das plantas para a determinação dos teores nutricionais, tanto das plantas de Pinha como das plantas daninhas que foram colocadas nos vasos.

O material colhido foi limpo com algodão embebido com água desionizada e em seguida submetido à secagem, por 72 horas a  $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  em estufa de circulação de ar forçada. Posteriormente, o material foi moído em moinho do tipo Willey e acondicionado em frascos hermeticamente fechados e identificados. Para poder realizar a determinação dos teores de N, o material vegetal foi submetido à digestão sulfúrica, no qual o nitrogênio é determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). E os outros nutrientes P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn, Cu, Mo e Ni quantificados por ICP-OES, após digestão com  $\text{HNO}_3$  concentrado e  $\text{H}_2\text{O}_2$  em sistema de digestão aberta (Peters, 2005).

### Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Cochran e Lilliefors, análise descritiva (médias  $\pm$  desvio padrão) e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) no programa estatístico SAEG 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeitos sobre o crescimento

Os dados morfológicos das plantas de Pinha antes de serem submetidas a competições com as plantas daninhas eram em média 27,13cm de altura; 5,49mm de diâmetro e 14 folhas. Observou-se que durante a condução do experimento até 60 dias sob competição, os dados de altura das plantas não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Tabelas 1). Esse fator se explica provavelmente pela planta ser rústica com grande capacidade competitiva pelos fatores de produção, segundo Scaloppi Junior e Martins (2014), as espécies das anonáceas são consideradas com alta heterogeneidade, e não produzem, geralmente, plantas idênticas ao parental. Por isso, segundo eles os pomares comerciais devem ser propagados por clonagem para evitar possíveis influências da variabilidade genética. No entanto, sua propagação vegetativa por estaca é entorno de 4% de enraizamento, tendo assim a necessidade do uso de reguladores vegetais.

Tabela1. Altura (cm) das plantas *Annona squamosa* em diferentes dias após a competição (DAC= 0, 15, 30 e 60 dias) e densidades de competição (DC= 0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com três espécies de plantas daninhas

Tratamentos		Altura		
DAC	DC	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
0 dias (CV= 14,375%)	0	28,66(±2,62) Aa	28,33(±1,31) Aa	27,72(±5,22) Aa
	15	26,89(±2,75) Aa	28,03(±0,86) Aa	26,62(±8,40) Aa
	30	25,90(±0,80) Aa	25,41(±0,43) Aa	28,00(±7,22) Aa
	45	27,33(±5,44) Aa	25,77(±2,28) Aa	27,00(±7,07) Aa
Média (±DP) =		27,19(±2,90)	26,88(±1,22)	27,33(±6,97)
15 dias (CV= 18,776%)	0	30,00(±3,74) Aa	28,36(±1,26) Aa	28,17(±4,87) Aa
	15	27,11(±2,55) Aa	27,50(±11,84) Aa	26,75(±8,39) Aa
	30	29,16(±8,50) Aa	24,94(±1,16) Aa	25,00(±9,67) Aa
	45	27,50(±5,31) Aa	26,11(±2,05) Aa	24,00(±9,27) Aa
Média (±DP) =		28,44(±5,02)	26,73(±4,07)	25,98(±8,05)
30 dias (Cv= 16,258%)	0	30,33 (±3,96) Aa	28,66 (±1,54) Aa	29,63 (±3,94) Aa
	15	26,87 (±7,33) Aa	27,50 (±11,85) Aa	26,87 (±8,60) Aa
	30	26,12 (±10,51) Aa	21,50 (±5,02) Aa	25,12 (±9,88) Aa
	45	24,62 (±7,82) Aa	24,83 (±3,27) Aa	24,50 (±8,66) Aa
Média (±DP) =		26,98(±7,40)	25,62(±5,42)	26,53(±7,77)
60 dias (Cv= 16,440%)	0	30,33(±3,96) Aa	28,83(±1,31) Aa	29,75(±3,85) Aa
	15	27,00(±7,382) Aa	27,62(±12,05) Aa	27,00(±8,82) Aa
	30	26,12(±10,514) Aa	21,50(±5,02) Aa	25,52(±10,02) Aa
	45	24,75(±8,046) Aa	25,00(±3,26) Aa	24,62(±8,81) Aa
Média (±DP) =		27,05(±7,47)	25,74(±5,41)	26,72(±7,87)

\*médias (± Desvio Padrão) seguida da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey, P≤0,05).

Com 30 dias sob competição, observou-se que os diâmetros das plantas de pinhas obtiveram as menores médias quando estavam em competição com *Cyperus rotundus* apresentando redução de 14,5% em relação as planas que estavam sob competição com a *B. pilosa*, na qual apresentou maior media de diâmetro, 6,64 mm.. Porém essa diferença aos 60 dias não foi mais observada. E as plantas que estavam competindo com o *Bidens pilosa* apresentaram as menores médias de diâmetro, quando estas estavam em densidade de 30 e 45 plantas por vaso, com 5,42 e 6,86 mm respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro (mm) caulinar de *Annonas squamosa* em diferentes dias após a competição (DAC= 0, 15, 30 e 60 dias) e densidades de competição (DC= 0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com três espécies de plantas daninhas

Tratamentos		Diâmetro (mm)		
DAC	DC	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cyperusrotundus</i>
0 dias (CV= 11,564%)	0	5,30(±0,12) Aa	5,95(±0,43) Aab	5,46(±0,59) Aa
	15	5,35(±0,23) Ba	7,02(±0,36) Aa	5,13(±0,46) Ba
	30	5,89(±1,20) Aa	4,43(±0,49) Bc	5,54(±1,45) Aa
	45	4,97(±0,70) Aa	5,71(±0,38) Ab	5,42(±0,30) Aa
Média (±DP) =		5,37(±0,56)	5,77(±0,41)	5,38(±0,70)
15 dias (CV=16,020%)	0	6,31(±0,38) Aa	6,80(±0,41) Aab	6,22(±0,59) Aa
	15	6,40(±1,11) Aa	6,99(±2,46) Aa	5,89(±0,73) Aa
	30	6,07(±1,56) Aa	5,07(±0,40) Ab	6,06(±1,29) Aa
	45	5,45(±0,55) Aa	6,36(±0,68) Aab	5,48(±1,43) Aa
Média (±DP) =		6,05(±0,9)	6,30(±0,98)	5,91(±1,01)
30 dias (Cv=15,401 %)	0	6,63 (±0,21) Aa	7,12 (±0,60) Aa	6,01 (±0,21) Aa
	15	6,45(±1,35) ABa	7,34 (±2,37) Aa	5,36 (±0,88) Ba
	30	5,33 (±0,90) Aa	5,15 (±0,31) Ab	5,59 (±0,31) Aa
	45	5,93 (±0,20) Aa	6,97 (±1,29) Aa	5,76 (±0,86) Aa
Média (±DP) =		6,08(±0,66)	6,64(±1,14)	5,68(±0,56)
60 dias (Cv=14,362 %)	0	6,61(±0,46) Aa	7,07(±0,56) Aab	6,49(±0,56) Aa
	15	6,83(±1,14) Aa	7,53(±2,49) Aa	6,21(±0,45) Aa
	30	6,14(±1,58) Aa	5,42(±0,13) Ab	6,59(±1,10) Aa
	45	5,94(±0,20) Aa	6,86(±0,79) Aab	6,02(±1,20) Aa
Média (±DP) =		6,38(±0,84)	6,72(±0,99)	6,33(±0,83)

\*médias (± Desvio Padrão) seguida da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey, P≤0,05).

O diâmetro das plantas de Pinha costuma não variar muito e tem um crescimento lento. No trabalho desenvolvido por Nunes et al. (2012), com mudas de Pinhas, pode-se observar que o diâmetro do caule não variou significativamente entre as mudas produzidas por eles, nas três formas de irrigação. O incremento no diâmetro do caule variou de apenas um mm (após onze semanas).

Com relação ao número de folhas, não foi observado diferença aos 0, 15 e 30 dias sob competição nas três espécies de plantas daninhas, nas quatro densidades. Somente aos 60 dias com 30 plantas por vaso, quando estas estavam sob competição com o *Digitaria horizontalis* e o *Bidens pilosa*, em que as pinhas começaram a apresentar perdas de folhas. Com relação à tiririca ela

apresentou maior média em relação às outras espécies, porém a diferença foi nas densidades. Plantas que estavam em densidades de 45 plantas por vaso tiveram 12,66 folhas enquanto que a plantas com 30 por vaso apresentaram em média 15,50 folhas (Tabela 3). De acordo com Dousseau et al. (2007), plantas sob maior incidência luminosa tendem apresentar maior número de folhas. E esse fato foi observado nesse trabalho, pois as plantas que estavam mais sombreadas devido às plantas daninhas apresentaram menor número de folhas.

Tabela 3. Número de folhas de *Annona squamosa* em diferentes dias após a competição (DAC= 0, 15, 30 e 60 dias) e densidades de competição (DC= 0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com três espécies de plantas daninhas

Tratamentos		Número de folhas		
DAC	DC	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Cyperus rotundus</i>
0 dias (CV= 17,22%)	0	14,25(±1,26) Aa	13,50(±2,64) Aa	14,00(±2,45) Aa
	15	14,25(±0,95) Aa	14,50(±4,50) Aa	13,50(±3,10) Aa
	30	13,75(±2,21) Aa	13,25(±1,25) Aa	16,75(±4,99) Aa
	45	14,00(±1,41) Aa	13,50(±4,04) Aa	12,25(±2,50) Aa
Média (±DP) =		14,06 (± 1,45)	13,69 (± 3,10)	14,12 (± 3,26)
15 dias (CV= 19,15%)	0	13,75(±0,95) Aa	13,75(±2,98) Aa	13,75(±2,62) Aa
	15	14,00(±1,15) Aa	14,50(±4,51) Aa	13,50(±3,11) Aa
	30	13,75(±2,22) Aa	12,50(±1,73) Aa	15,75(±6,39) Aa
	45	14,25(±1,71) Aa	13,50(±4,04) Aa	11,75(±2,22) Aa
Média (±DP) =		13,93 (± 1,51)	13,56 (± 3,31)	13,69 (± 3,58)
30 dias (Cv= 15,79%)	0	13,75 (±0,50) Aa	13,25 (±2,87) Aa	13,00(±1,41) Aa
	15	14,00 (±1,15) Aa	14,75 (±3,30) Aa	13,25(±2,75) Aa
	30	12,50 (±1,29) Aa	13,25 (±0,50) Aa	13,75(±4,99) Aa
	45	14,25 (±0,96) Aa	13,50 (±4,04) Aa	12,25(±0,96) Aa
Média (±DP) =		13,62 (± 0,97)	13,69 (± 2,68)	13,06 (± 2,53)
60 dias (Cv= 11,94%)	0	13,75(±0,50) Aa	14,50(±1,73) Aa	14,00(±0,81) Ab
	15	13,75(±0,96) Aa	15,25(±3,09) Aa	13,00(±0,81) Ab
	30	13,00(±1,63) Ba	12,75(±1,71) Ba	15,50(±2,08) Aa
	45	13,75(±0,50) Aa	13,25(±3,59) Aa	12,66(±0,47) Ab
Média (±DP) =		13,56 (± 0,89)	13,94 (± 2,53)	13,79 (± 1,04)

\*médias (± Desvio Padrão) seguida da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey, P≤0,05).

Segundo Lamego et al. (2005), culturas em competição tendem a incrementar sua altura como forma de maximizar a captação da radiação e tentar sombrear as plantas daninhas, ocorrendo em alguns casos a redução no acúmulo

de biomassa e de área foliar. No presente trabalho, a altura não apresentou diferença significativa estatisticamente entre as plantas que estavam sob competição e sem competição, mas com relação à área foliar e massa seca da parte aérea (Figura 2A e 2B, respectivamente), as plantas que obtiveram as menores médias foram aquelas que estavam sob competição com espécie *Bidens pilosa* nas maiores densidades de 30 e 45 plantas por vasos.

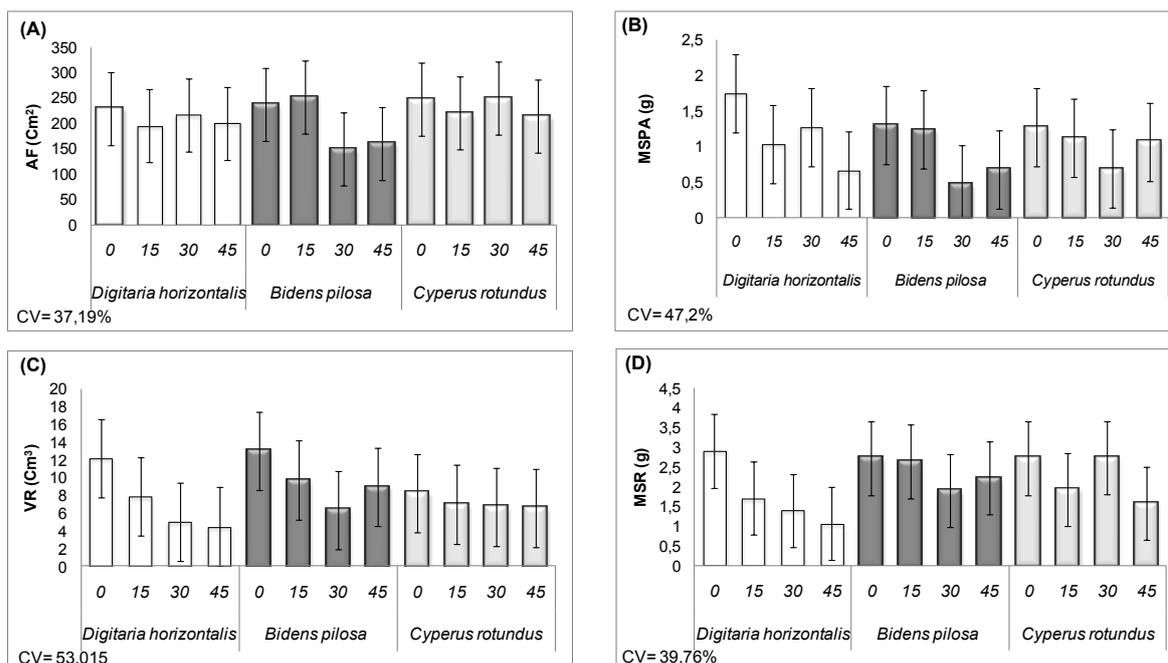


Figura 2. Atributos de *Annona squamosa* aos 60 dias após a competição em diferentes densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com três espécies de plantas daninhas: (A) área foliar, (B) massa seca da parte aérea, (C) volume de raízes e (D) massa seca de raízes.

A espécie *Bidens pilosa* apresenta desenvolvimento muito rápido. Com 60 dias, que foi o período de condução do experimento, já havia apresentado florescimento e sua altura superior às plantas de Pinha.

Com relação ao volume e massa seca das raízes das plantas de Pinha (Figura 2C e 2D, respectivamente), as menores médias foram obtidas pelas plantas que estavam sob competição com a *Digitaria horizontalis*, apresentando valores decrescentes à medida que se aumenta a densidade das plantas.

Segundo Lorenzi (2014), o capim-colchão é uma planta de porte baixo em média de 30-60 cm. No presente trabalho, seu porte não chegou a influenciar na área foliar da Pinha, mas seu sistema radicular é bem agressivo e fez com que

houvesse diminuição do volume radicular das plantas de Pinha à medida que se aumentou a densidade de plantas de capim-colchão. Suas raízes são na maioria finas e entorno de <0,2 a 1mm (Figura 3D).

Segundo Valcarcel et al. (2007), algumas espécies de plantas C4, possuem raiz fasciculada e isso implica uma produção maior de massa radicular; contrário ao caso das plantas com raiz pivotante, que produzem menor quantidade de raiz lateralmente.

As raízes mais finas possuem características favoráveis à alta permeabilidade à penetração de água e nutrientes (até 2 mm) e tendem a ser mais superficiais. Já as raízes grossas (>2mm diâmetro) estão ligadas ao suporte e à fixação da planta ao solo e absorvem pequenas quantidades de água e nutrientes, tendendo crescer em profundidade (Rocha et al., 2010).

A distribuição das raízes no solo depende do genótipo das espécies envolvidas, no entanto pode ser também influenciada por outros fatores relacionados ao solo, como a fertilidade, a densidade, a disponibilidade de oxigênio, a textura, a temperatura e também, pelas circunstâncias em que a espécie estão se desenvolvendo (Gonçalves e Mello, 2000).

O sistema radicular da planta de Pinha (Figura 3A, 3B, 3C) variou entre as classes de diâmetro de <0,2–5mm, sendo que quando as plantas estavam sem competição (plantas por vaso), a Pinha desenvolveu as maiores médias entre 0,5 – 1mm em relação as plantas que estavam competindo com *Digitaria horizontalis*, *Bidens pilosa* e *Cyperus rotundus*.

O sistema radicular da *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa* (Figura 3D e 3E), são na maioria finas e não apresentaram diferenças entre si à medida que aumentava as densidades das plantas. Já com relação ao sistema radicular da tiririca, *Cyperus rotundus*, quando tem maior número de plantas (45 plantas por vaso), a tiririca apresentou oscilações na distribuição do diâmetro do seu sistema radicular e apresentou as maiores médias para as raízes finas entorno de <0,2mm. Para Magalhães Filho et al. (2008), características como arquitetura e extensão do sistema radicular podem estar relacionadas há vários fatores, como tolerância à seca e permitindo que as plantas extraiam mais água do solo, mantendo alto o potencial da água nas folhas, maior turgescência celular e maior eficiência fotossintética. As plantas dependem da capacidade de suas raízes em

obterem água e nutrientes do solo para sobreviverem. Principalmente quando estas estão sofrendo algum tipo de estresse. No caso desse trabalho é a competição pelos fatores de produção.

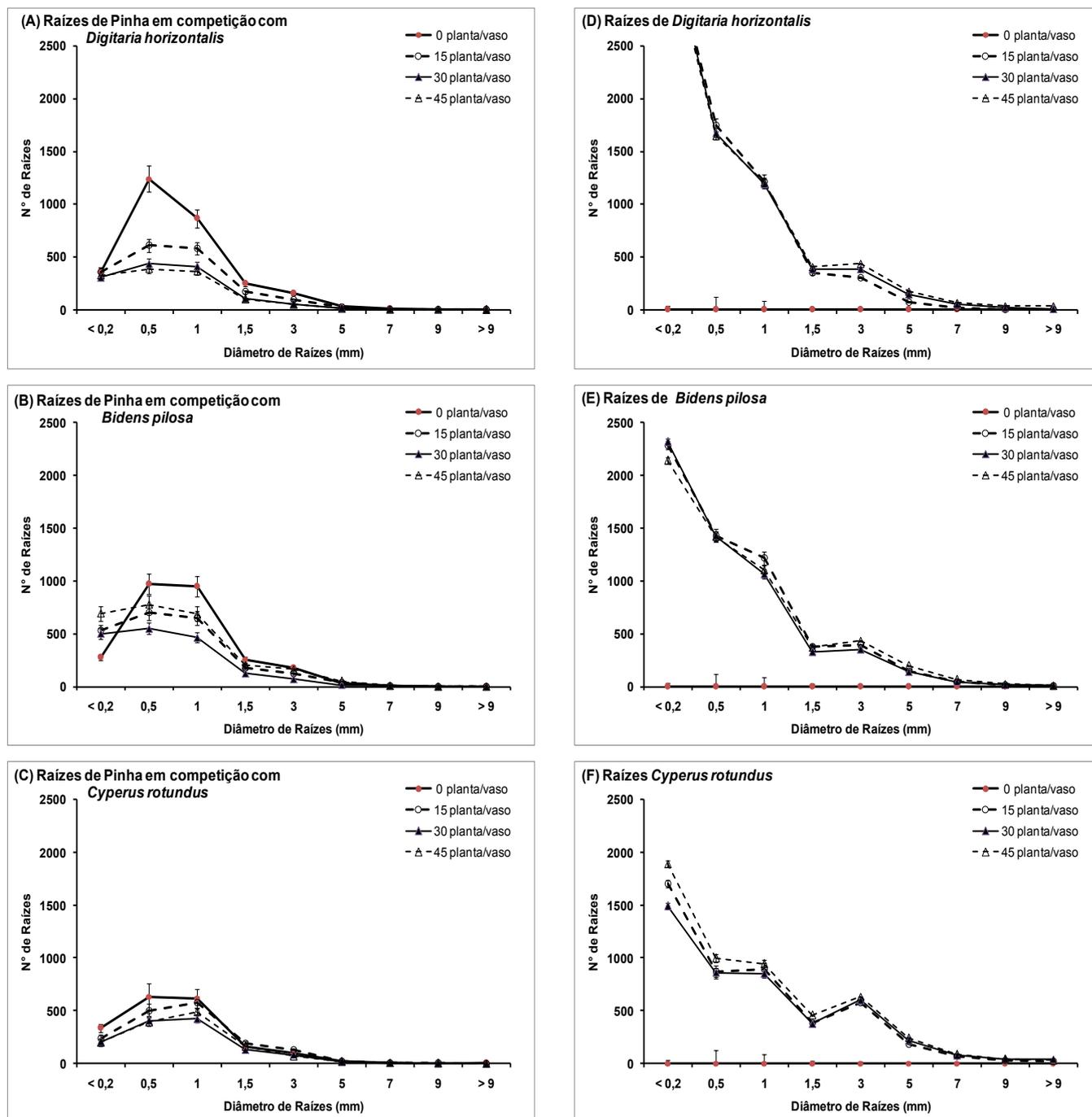


Figura 3. Quantificação do sistema radicular aos 60 dias, de acordo com as escalas de diâmetro das raízes de *Annona squamosa* em diferentes densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com (A) *Digitaria horizontalis*, (B) *Bidens pilosa* e (C) *Cyperus rotundus*, bem como para competição intraespecífica de plantas daninhas: (D) *Digitaria horizontalis*, (E) *Bidens pilosa* e (F) *Cyperus rotundus*.

## Efeitos na fisiologia da planta

A análise estatística foi feita separadamente de acordo com o tempo. A primeira avaliação foi realizada antes da competição e as plantas de Pinha apresentaram os seguintes valores médios: valor do índice SPAD de 42,43; fotossíntese de  $6,215 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; condutância estomática de  $0,154 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; taxa transpiratória de  $3,83 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; déficit de pressão de vapor da folha de 2,78KPa; e rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm) de 0,792.

As plantas de Pinha não apresentaram diferença estatística significativa nos parâmetros fisiológicos durante os 60 dias, quando submetida com as espécies picão preto e tiririca, relacionando com as densidades das plantas. Ou seja, à medida que se aumentava as densidades de plantas aos 15, 30 e 60 dias as médias foram iguais estatisticamente para SPAD, A, gs, E, DPV<sub>folha-ar</sub> e Fv/Fm (Tabela 4).

Tabela 4. Análises da variância para atributos fisiológicos de *Annona squamosa* em diferentes densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas daninhas/vaso) com três espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 60 dias.

		SPAD	A	gs	E	DPV <sub>folha-ar</sub>	Fv/Fm
FV	GL	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Espécies (E)	2	21,54 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,00149 <sup>ns</sup>	1495,26 <sup>ns</sup>	14,95 <sup>ns</sup>	0,00049 <sup>ns</sup>
Densidades (D)	3	61,61 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,00029 <sup>ns</sup>	299,08 <sup>ns</sup>	2,99 <sup>ns</sup>	0,01042 <sup>ns</sup>
Bloco	3	541,28 <sup>**</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	0,00525 <sup>ns</sup>	5257,02 <sup>**</sup>	52,57 <sup>ns</sup>	0,01878 <sup>ns</sup>
EXD	6	97,88 <sup>ns</sup>	4,86 <sup>ns</sup>	0,00011 <sup>ns</sup>	117,92 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	0,01520 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	80,92	4,15	0,00053	530,20	5,30	0,01235
C.V.(%)=		27,59	107,22	25,65	25,65	25,65	15,34

Nota: (SPAD) índice de clorofila das folhas, (A) taxa fotossintética líquida -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , (gs) condutância estomática (gs,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), (E) taxa transpiratória -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , (DPV<sub>folha-ar</sub>) déficit de pressão de vapor da folha - KPa, (Fv/Fm) rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm), (ns) Efeito não significativo e (\*\*) significativo (Teste F,  $P < 0,05$ ).

O valor SPAD não apresentou diferença significativa com relação às densidades de capim-colchão (Tabela 5), mas com o decorrer do tempo o valor foi reduzindo, sendo que as plantas de Pinha que estavam em densidade de 45

plantas por vaso de capim colchão aos 60 dias apresentaram um valor de 28,77. Segundo Torres-Netto et al. (2005), leituras observadas de SPAD em folhas de *Coffea canephora*, menores de 40, mostraram comprometimento no processo fotossintético da espécie.

Esse valor do SPAD corresponde ao teor de verde das folhas, que está relacionado à clorofila das plantas. A perda da clorofila está associada ao estresse ambiental e a variação na relação clorofila / carotenóides, que pode ser um bom indicador do estresse em plantas (Torres-Netto et al., 2005).

Tabela 5. Atributos fisiológicos de *Annona squamosa* avaliados em diferentes dias após de competição (DAC= 0, 15, 30 e 60 dias) e diferentes densidades de competição (DC= 0, 15, 30 e 45 plantas/vaso) com *Digitaria horizontalis*.

Tratamentos		Atributos Fisiológicos					
DAC	DC	SPAD	A	gs	E	DPV <sub>folha-ar</sub>	Fv/Fm
0 dia	0	38,32 a	7,19 a	0,16 a	4,05 a	2,74 a	0,80 a
	15	41,40 a	6,56 a	0,16 a	3,80 a	2,77 a	0,79 a
	30	43,85 a	4,97 a	0,16 a	3,92 a	2,69 a	0,79 a
	45	41,02 a	5,43 a	0,13 a	3,55 a	2,93 a	0,79 a
Cv%		15,98	48,92	33,60	26,78	9,32	2,76
15 dias	0	40,67 a	5,61 a	0,12 a	2,70 a	2,76 a	0,76 a
	15	42,60 a	4,75 a	0,11 a	3,16 a	2,76 a	0,77 a
	30	42,40 a	4,53 a	0,09 a	2,42 a	2,89 a	0,78 a
	45	41,57 a	3,82 a	0,09 a	2,45 a	2,82 a	0,76 a
Cv%		15,44	69,78	23,94	19,23	6,55	9,34
30 dias	0	39,72 a	6,00 a	0,17 a	4,52 a	2,86 a	0,80 a
	15	39,00 a	3,94 ab	0,13 ab	3,92 ab	3,17 a	0,79 a
	30	40,02 a	2,62 b	0,13 ab	3,95 ab	3,14 a	0,78 a
	45	36,15 a	0,82 b	0,11 b	3,40b	3,30 a	0,77 a
Cv%		14,32	71,67	21,87	13,17	7,58	2,86
60 dias	0	37,15 a	2,93 a	0,10 a	2,85 a	3,19 a	0,77 a
	15	34,40 a	2,72 a	0,10 a	3,00 a	3,17 a	0,76 a
	30	27,95 a	1,31 a	0,09 a	2,92 a	3,25 a	0,65 a
	45	28,87 a	1,38 a	0,08 a	2,57 a	3,28 a	0,73 a
CV%		27,59	107,22	25,65	17,82	7,64	15,34

Nota: (SPAD) índice de clorofila das folhas, (A) taxa fotossintética líquida -  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , (gs) condutância estomática (gs,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), (E) taxa transpiratória -  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , (DPV folha-ar) déficit de pressão de vapor da folha - KPa, (Fv/Fm) rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm), (\*) Efeito significativo (Teste Tukey,  $P < 0,05$ ).

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz usada na fotossíntese, sendo elas essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH. Assim, as clorofilas estão

relacionadas à eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes. (Jesus e Marengo, 2008).

Aos 15 dias de condução do experimento, observou-se que à medida que se aumentou a densidades da espécie *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) por vaso, menor foi a taxa fotossintética das plantas de Pinha. As Pinhas que estavam sem a presença do capim-colchão apresentaram fotossíntese de  $5,61 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , já aquelas que estavam em densidades de 45 plantas por vaso tiveram média de  $3,82 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Essa diferença foi bem mais acentuada aos 30 dias nas plantas de Pinhas sem a presença do capim-colchão a fotossíntese era de  $6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e as que estavam com densidades de 45 plantas por vaso tiveram média de  $0,82 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Tabela 5). Ainda sendo perceptível aos 60 dias, porém não sendo significativo. Estatisticamente, somente com 30 dias em que as plantas de Pinhas estavam competindo com o capim-colchão, que apresentou-se diferença em relação à *A*, *gs*, *E*.

A condutância estomática sem competição aos 30 dias era de  $0,17 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e foi diminuindo a  $0,11 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  quando as plantas de Pinha estavam em densidade de 45 plantas/vaso de capim-colchão. Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Freitas et al. (2010), com doses de sulfato de potássio na condutância estomática de porta-enxertos de plantas de Pinha, em que a relação entre a luz e condutância estomática promoveu alta correlação de Pearson ( $p > 0,90$ ), de acordo com eles a maior condutância estomática foi de ( $170 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), e as maiores taxas de condutância estomática foram apresentadas as 8 e as 10 horas.

A redução na assimilação de  $\text{CO}_2$  pode ser devido ao fechamento do estômato, restringindo o influxo de  $\text{CO}_2$  nas células do mesófilo. Os estômatos podem responder rapidamente, dependendo da umidade do ar ou do solo. O efeito também pode estar relacionado aos mecanismos fotossintéticos (Turner et al., 1985 e Chaves, 1991).

Segundo Taiz e Zeiger (2013), alterações em (*gs*) relacionam-se com o controle da perda de água e da assimilação de  $\text{CO}_2$  para manutenção da taxa fotossintética. Além disso, a diminuição da condutância estomática pode restringir a taxa de fixação de  $\text{CO}_2$ , com conseqüente diminuição de sua concentração nas cavidades subestomáticas e nos espaços intercelulares (Daley et al., 1989). Os

estômatos desempenham um importante papel regulador nas trocas gasosas foliares e podem, frequentemente, afetar a produtividade das culturas agrícolas (Taiz e Zeiger, 2013).

Em relação à taxa transpiratória ( $E$ ), observou-se que houve diferença estatística entre as plantas de Pinha sem e com competição somente aos 30 dias de imposição dos tratamentos. As plantas sem competição apresentaram 4,52  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$  da ( $E$ ), já as plantas de Pinhas com competição apresentaram menor valor de  $E$  (3,40  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) quando estava com densidade de (45 plantas/ vaso) de capim-colchão (Tabela 5). Esse valor baixo da taxa transpiratória é devido à redução da condutância estomática (fechamento dos estômatos), que sucedeu em resposta à competição, como mostrado anteriormente (Tabela 5). Segundo Taiz e Zeiger (2013), as duas principais resistências à transpiração concentram-se na camada de ar limítrofe e na abertura estomática.

Durante o período de aplicação dos tratamentos, não foram observadas diferenças significativas do  $\text{DPV}_{\text{folha-ar}}$  entre as plantas de Pinhas cultivadas sem e com competição com *D. horizontalis* (Tabela 5).

Entretanto com relação ao valor da razão  $F_v/F_m$ , que demonstra quais as condições das plantas quanto à parte fotoquímica do aparato fotossintético, os valores ideais da planta devem ser entre 0,75 e 0,85, que é um indicativo de maior eficiência na conversão da energia luminosa de PSII (Taiz e Zieger, 2013). Ou seja, está com seu aparelho fotossintético intacto. E valor abaixo de 0,75 significa que está ocorrendo um comprometimento no fotossistema II da planta. Isso só foi observado aos 60 dias nas densidades de 30 e 45 plantas por vaso (Tabela 5). Nas demais avaliações, o valor sempre mostrou-se superior a 0,75, somente aos 60 dias e nas duas maiores densidades que foi de 0,65 e 0,73 nas densidades de 30 e 45 plantas /vaso.

#### Efeito sobre a nutrição mineral das plantas

Com sessenta dias a planta de Pinha submetida à competição com as três diferentes espécies e densidades de plantas daninhas, não apresentou diferença

estatística para os nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Manganês (Mn), Boro (B) e Níquel (Ni).

Segundo o trabalho desenvolvido por São José et al.(2014), os teores foliares adequados de macro e micronutrientes em folhas de plantas de pinha são: N(30-40 g/kg), P(1,7-1,8 g/kg), K(11,7 g/kg), Cálcio (Ca = 21,2 g/kg), Mg(3,5 g/kg), S(2,6 g/kg), B(105 mg/kg), Zinco (Zn = 22 mg/kg). Devido a rusticidade as plantas de Pinha extraem do solo grande quantidade de elementos minerais, que pode variar em função da fase de crescimento e de desenvolvimento, além das condições ambientais ao longo do ano. Os nutrientes mais exportados pela planta de pinha, diferentemente de outras frutíferas, são o nitrogênio e o potássio, com valores médios de 7,17 a 5,19kg t<sup>-1</sup> de frutos frescos, respectivamente. Dessa forma, os dados apresentados nesse trabalho com relação ao Nitrogênio, foram relativamente baixos. Este fator é decorrente ao tempo de condução do experimento e pela sua altíssima exigência nesse nutriente (Tabela 6).

Os nutrientes Cálcio (Ca) e Molibdênio (Mo) não apresentaram diferença nas três espécies avaliadas, porém observou-se que à medida que se incrementou uma competição de 15 plantas por vaso de densidade já ocorreu uma diminuição significativa para Ca na planta de Pinha com o aumento das densidades das três espécies de plantas daninhas.

Na pinheira o cálcio é o segundo elemento em quantidade, atingindo 2,1 % (21,2 g/kg), ficando apenas atrás do N, mas superando o K e o P. A presença de K e N nos solos em quantidades elevadas pode afetar a absorção de cálcio, mesmo este estando em teores adequados, em função de antagonismo, afetando o metabolismo fisiológico das anonáceas de várias maneiras. A presença de cálcio favorece o crescimento vegetativo da planta e atua fortemente em sua reprodução. Pode-se considerar que o Ca é um nutriente indispensável às anonáceas, pois fazem parte de todos os tecidos da planta (raízes, tronco, ramos, cascas, folhas, flores e frutos), e sua absorção ocorre ao longo de todo o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas (São José et al., 2014).

É muito comum nas plantas de pinha ocorrer o desequilíbrio nutricional, no entanto alguns sintomas ainda não são bem conhecidos. Visualmente pode ser observado o retardamento no crescimento e na frutificação, queda e/ou redução nas folhas, clorose ou amarelecimento das folhas. Por isso, recomenda-se fazer

análise foliar periódica no pomar (Cordeiro, et al. 2000). Isso explica o fato de os resultados de Fe, Zn, Cu, deste experimento (Tabela 7), visto que é comum da espécie esse desequilíbrio nutricional e também por conta da variabilidade genética dentro da espécie salvo-conduto que a propagação foi feita por sementes.

Tabela 6. Análise nutricional de macronutrientes em parte aérea de *Annona squamosa* avaliada aos 60 dias em diferentes densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas/vaso) com as três espécies de plantas daninhas, bem como para as plantas daninhas em competição intraespecífica.

Tratamento		N (g/Kg)	P (g/Kg)	K (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	S (g/Kg)	
Pinha	0	16,00Aa	2,07Aa	22,71Aa	18,44Aa	4,63Aa	1,80Aa	
	<i>Digitaria horizontalis</i>	15	16,15Aa	1,97Aa	25,11Aa	16,23Ab	4,58Aa	1,91Aa
		30	18,30Aa	2,13Aa	20,58Aa	16,98Ab	5,34Aa	2,15Aa
		45	16,30Aa	2,09Aa	25,81Aa	16,90Aab	5,21Aa	1,91Aa
		0	16,00Aa	1,89Aa	25,64Aa	19,02Aa	5,09Aa	1,83Aa
	<i>Bidens pilosa</i>	15	17,72Aa	1,82Aa	24,73Aa	17,48Ab	4,97Aa	1,93Aa
		30	15,00Aa	2,13Aa	26,76Aa	18,34Ab	5,47Aa	2,05Aa
		45	15,67Aa	1,94Aa	30,59Aa	18,43Aab	5,14Aa	1,81Aa
		0	17,25Aa	2,05Aa	28,08Aa	20,82Aa	5,43Aa	2,02Aa
	<i>Cyperus rotundus</i>	15	16,20Aa	2,06Aa	23,06Aa	17,43Ab	4,81Aa	1,97Aa
		30	17,37Aa	1,99Aa	24,67Aa	15,92Ab	4,97Aa	1,95Aa
		45	17,02Aa	2,22Aa	24,18Aa	19,13Aab	5,10Aa	1,99Aa
CV%		14,60	21,90	19,65	13,75	13,81	14,83	
Daninha	0	-	-	-	-	-	-	
	<i>Digitaria horizontalis</i>	15	32,65Ba	7,30Ba	51,73Cb	3,89Ba	7,94Aa	2,21Ca
		30	30,44Bab	6,98Ba	54,63Ca	2,84Bb	6,75Ab	2,01Cb
		45	30,57Bb	7,21Ba	53,00Ca	3,67Bb	6,84Aab	2,01Cb
		0	-	-	-	-	-	-
	<i>Bidens pilosa</i>	15	40,49Aa	8,46Aa	76,13 Ab	12,43Aa	7,74Aa	2,53Ba
		30	35,22Aab	8,55Aa	82,75 Aa	9,99Ab	6,76Aab	2,32Bab
		45	35,14Ab	8,69 Aa	88,13 Aa	8,89Ab	6,13Ab	2,08Bb
		0	-	-	-	-	-	-
	<i>Cyperus rotundus</i>	15	33,27Ba	5,77Ca	65,38Bb	4,08Ba	3,25Ba	3,94Aa
		30	32,76Ba	6,01Ca	69,38Ba	3,59Bb	3,10Bab	4,02Aab
		45	29,54Bb	5,71Ca	67,50Ba	3,56Bb	3,06Bb	4,00Ab
CV%		8,55	7,79	6,19	17,21	14,41	6,14	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para as densidades e maiúsculas para as espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Com relação à análise nutricional das plantas daninhas, a espécie *Bidens pilosa* L. foi a que mais absorveu a maioria dos nutrientes como o N, P, K, Ca, Mg, Mn e B (Tabela 6 e 7). No trabalho desenvolvido por Souza et al. (1999) com

teores de macro e micronutrientes em algumas espécies de plantas daninhas, observou-se que as médias dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre e zinco foram maiores em espécies dicotiledôneas do que nas monocotiledôneas. No entanto, as médias dos teores de enxofre, ferro, manganês e carbono apresentaram-se mais elevadas quando obtidas nas monocotiledôneas.

Tabela 7. Análise nutricional de micronutrientes em parte aérea de *Annona squamosa* avaliada aos 60 dias em diferentes densidades de competição (0, 15, 30 e 45 plantas/vaso) com as três espécies de plantas daninhas, bem como para as plantas daninhas em competição intraespecífica.

Tratamento		Fe (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	B (mg/Kg)	Mo (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	
Pinha	<i>Digitaria horizontalis</i>	0	205,23Bb	46,52Aa	170,54Aa	7,20Aa	121,55Aa	0,15Aab	1,50Aa
		15	289,48Ab	38,30Aa	158,54Aa	6,60Aa	113,67Aa	0,13Ab	1,48Aa
		30	209,35Bb	37,45Aa	149,04Aa	6,50ABa	128,05Aa	0,22Aa	0,81Aa
		45	752,60Aa	37,59Ba	147,04Aa	6,49Aa	87,17Aa	0,21Aa	0,99Aa
	<i>Bidens pilosa L</i>	0	298,98ABa	41,06Aa	176,41Aa	6,06Ab	133,05Aa	0,17Aab	3,20Aa
		15	477,85 Aa	36,46Aa	153,04Aa	5,86Ab	131,80Aa	0,09Ab	0,82Aa
		30	485,73ABa	46,39Aa	178,91Aa	7,98Aa	115,67Aa	0,26Aa	2,75Aa
		45	314,60Ba	37,59Ba	159,29Aa	5,43Ab	103,55Aa	0,19Aa	0,64Aa
	<i>Cyperusrotundus</i>	0	523,98Aa	43,91Aa	184,66Aa	6,38Aa	123,42Aa	0,13Aab	1,04Aa
		15	357,85Aa	40,62Aa	170,66Aa	5,96Aa	99,55Aa	0,16Aa	2,13Aa
		30	552,10Aa	37,26Aa	146,91Aa	5,39Ba	94,17Aa	0,12Ab	1,23Aa
		45	432,23Ba	49,14Aa	189,29Aa	6,02Aa	118,17Aa	0,17Aa	0,81Aa
CV%		50,91	15,80	20,65	14,99	24,48	40,40	131,03	
Daninha	<i>Digitaria horizontalis</i>	0	-	-	-	-	-	-	
		15	369,10Aa	61,32Ba	231,79Aa	17,50Aa	13,32Ba	1,62Aab	0,87Aa
		30	169,23Aa	64,07Ba	164,29Ab	16,42Aab	9,86Bb	2,12Aa	0,69Aa
		45	218,73Aa	55,57Ba	198,66Aab	16,22Ab	12,25Bab	1,51Ab	0,66Aa
	<i>Bidens pilosa L</i>	0	-	-	-	-	-	-	
		15	394,10Aa	44,48Ca	182,54Aa	12,06Ca	50,49Aa	0,69Cab	0,77Aa
		30	312,98Aa	40,36Ca	176,91Ab	11,01Cab	47,85Ab	0,74Ca	0,53Aa
		45	290,35Aa	40,17Ca	164,54Aab	9,47Cb	44,87Aab	0,69Cb	0,72Aa
	<i>Cyperusrotundus</i>	0	-	-	-	-	-	-	
		15	390,10Aa	96,32Aa	130,41Ba	13,96Ba	15,31Ba	1,31Bab	0,51Aa
		30	356,73Aa	88,70Aa	96,41Bb	13,77Bab	9,86Bb	1,30Ba	0,62Aa
		45	497,98Aa	91,82Aa	109,91Bab	13,21Bb	11,81Bab	1,02Bb	0,68Aa
CV%		52,89	14,84	20,52	8,11	15,40	21,96	7,79	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para as densidades e maiúsculas para as espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Quando se observa os nutrientes absorvidos pelas espécies de plantas daninhas com o aumento das densidades de plantas ocorre a diminuição do N, Ca, Mg, S, Mn, Cu e B. O aumento da densidade vai promover essa diminuição de assimilação dos nutrientes em função da competição entre as plantas envolvidas.

## CONCLUSÕES

- Durante os 60 dias que as plantas de Pinha ficaram submetidas à competição com *Digitaria horizontalis*, *Bidens pilosa* e *Cyperus rotundus*, não houve diferença significativa com relação a altura das plantas.
- As plantas de pinha que obtiveram as menores médias de área foliar e massa seca da parte aérea foram aquelas que estavam sob competição com espécie *Bidens pilosa* nas densidades de 30 e 45 plantas por vasos.
- A *Digitaria horizontalis* foi a espécie que mais influenciou no sistema radicular das plantas de pinha, nas densidades de 15, 30 e 45 plantas por vaso. E foi a espécie na qual apresentou diferença significativa em relação aos aparatos fotossintéticos, onde foram influenciadas negativamente aos 30 dias de competição com *Digitaria horizontalis*.
- A planta de Pinha sem competição com outra espécie (0 plantas por vaso de daninha) produziu mais raízes finas entre < 0,2 – 5 mm de diâmetro.
- A partir de 15 plantas por vaso ocorreu diminuição significativa para (Ca) das plantas de Pinha competindo com as três espécies de daninhas.
- A espécie *Bidens pilosa* L. foi a que mais absorveu os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Mn e B.
- A espécie *C. rotundus*, aos 30 dias influenciou no diâmetro das plantas de pinha que apresentou as menores médias, com redução de 14,5% em relação as plantas que estavam sob competição com a *B. pilosa*. Porém essa diferença aos 60 dias não foi mais observada

## REFERÊNCIAS

- Amarante, C.V.T., Steffens, C.A., Sangoi, L., Zanardi, O.Z., Miqueloto, A., Schweitzer, C. (2010). Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 39-50.
- Chaves, M.M. (1991) Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, 42:1-16.
- Cordeiro, M.C.R., Pinto, A.C.Q., Ramos, V.H.V. (2000). Cultivo da Pinha, fruta-do-conde ou ata no Brasil. Circular técnica / Embrapa Cerrado, n.9 Platina: Embrapa Cerrado.
- Daley, P.F., Raschke, K., Ball, J.Y., Berry, J.A. (1989). Topography of photosynthetic activity of leaves obtained from video images of chlorophyll fluorescence. *Plant Physiology*, v. 90, p. 1233-1238.
- Dousseau, S., Alvarenga A.A., Santos, M. de O., Arantes, L. de O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensi* Alb. *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p.477-479, 2007
- Ferreira, E.A., Aspiazú, I., Galon, L., Concenco, G., Silva A.F., Reis, L.A.C. (2011). Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* V.5, N.1, p.39,
- Ferreira, E.A., Matos, C.C., Barbosa, E.A., Melo, C.A.D., Silva, D.V., Santos, J.B. (2015). Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. *Concênço Revista Ciência Agrária*, v.58, n.2, p. 115-121.
- Ferreira, E.A., Silva E. de B., Carvalho, F.P. de, Silva D.V, Santos J.B. (2013) Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-mansão. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.
- Floss, E. (2008). *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê*. Passo Fundo: UPF,. 733 p.
- Freitas, R.M.O. de, Tosta, M. da S., Nogueira, N.W., Soares, A.M., Dombroski, J.L.D. (2010). Doses de sulfato de potássio na condutância estomática de porta-enxertos de (*Annona squamosa* L.). *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.3, p. 17 – 23.
- Gonçalves, J.L.M., Mello, S.L.M. (2000). O sistema radicular das árvores. In: *Nutrição e fertilização de florestas*. Piracicaba: IPEF, p. 221-267.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.

- Jesus, S.V.D., Marenco, R.A. (2008) O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. *Acta Amazônica*, 38(4): 815 - 818.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra Publications*. México: Ed. FCE. 104p.
- Lamego, F.P., Fleck, N.G., Bianchi, M.A., Vidal, R.A. (2005). Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja. Resposta de variáveis de crescimento. *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 405-414.
- Lemos, E.E.P. (2014). The production of annona fruits in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. SPE1, p. 77-85.
- Lorenzi H. (2014) Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Magalhães Filho, J.R., Amaral, L.R., Machado, D.F.S.P., Medina, C.L., Machado, E.C. (2008.) Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, Campinas, v.67, p.75-82.
- Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2008) *Pinha: Informações básicas*. Niterói: PESAGRO-RIO. 26p. (PESAGRO-RIO Informe técnico, 41).
- Minolta Camera Co., Ltda. (1989). Manual for chlorophyll meter SPAD 502. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 22p.
- Nunes, R.L.C., Dias, N.S., Lima, M.V.S., Almeida, J.P.N., Costa, J.M. (2012). Produção de mudas de pinha (*Annona squamosa* L.) utilizando água de rejeito salino. *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 01
- Peters, J.B. (2005). Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Rocha, M.C., Miranda, G.V., Vasconcelos, M.J.V., Magalhães, P.C., Carvalho Júnior, G.A., Silva, L.A., Soares, M.O., Cantão, F.R.O., Rodrigues, F., Schaffert, R.E. (2010). Caracterização da morfologia radicular de genótipos contrastantes de sorgo em baixo e alto níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n.1, p. 65-78.
- Saeg. (2009). System for Statistical Analyses. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.

- São José, A.R., Prado, N.B., Bomfim, M.P., Rebouças, T.N.H., Mendes, H.T.A. (2014). Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. vol.36 no. Jaboticabal.
- Scaloppi Junior, E.J., Martins, A.B.G. (2014). Estaquia em Anonas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. vol.36 no. spe1 Jaboticabal
- Souza, F.T.C., Rabêlo, T.C.B., Santos, L.K.F., Santos, E.R., Silva J.C. (2015). Prospecção científica e tecnológica referente à (*Annona squamosa* L.). *Cad. Prospec.*, Salvador, v. 8, n. 4, p. 817-827.
- Souza, L.S., Velini, E.D., Maimoni-Rodella, R.C.S., Martins, D. (1999). Teores de macro e micronutrientes e a relação C/N de várias espécies de plantas daninhas. *Revista de Planta Daninha*, v.17, n.1.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 954 p.
- Torres-Netto, A., Campostrini, E., Oliveira, J.G.D., Bressan-Smith, R.E. (2005) Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2): 199-209.
- Turner, N.C., Schulze E.D., Gollan, T. (1985). The response of stomata and leaf gas exchange to vapor pressure and soil water content. II. In the mesophytic herbaceous species *Helianthus annuus*. *Oecologia*, Berlin, 65:348-355.
- Valcarcel, R., Valente, F.D.W., Morokawa, M.J., Neto, F.V.C., Pereira, C.R. (2007). Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies *Revista Árvore* vol.31 n. 5.

### 3.2. EFEITO DA DERIVA DE HERBICIDAS EM PLANTAS DE PINHA (*Annona squamosa* L.)

Resumo – Dentro da família das Anonaceae a Pinha (*Annona squamosa* L.) vem se destacando e tendo grande aceitação no mercado. Dessa forma, é comum observar plantios comerciais dessa espécie, principalmente por pequenos produtores. No cultivo da pinheira um dos pontos que deve ser levado em consideração é o manejo de plantas daninhas na área de produção, onde é comum observar o uso de produtos químicos. Objetiva-se com este trabalho verificar a influência de deriva em plantas de Pinhas causada pelos herbicidas Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron. As subdoses utilizadas foram 0, 15, 30, 45 e 60% das doses recomendadas pelo fabricante. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 5, sendo este três herbicida e cinco doses diferentes e quatro repetições. As avaliações foram realizadas antes da aplicação dos herbicidas e após a aplicação foram realizadas mais cinco avaliações aos 2, 4, 7, 14 e 21 dias após a simulação da deriva (DASD). Ocorreram as seguintes avaliações: altura (cm) de planta da região do coleto até o ápice do meristema apical, diâmetro da planta na base do coleto, com ajuda de paquímetro e contagem do número de folhas e avaliação da estimativa de clorofila das folhas com auxílio de clorofilômetro SPAD, selecionando folhas da região mediana de cada planta e determinação da fluorescência da clorofila (a).

Posteriormente, todos os dados foram submetidos à análise descritiva (médias  $\pm$  desvio padrão), análises de variância (ANOVA) e análise de regressão. Os resultados obtidos não foram significativos para altura, diâmetro e número de folhas, no tratamento com o Glyphosate. O Paraquat ocasionou necrose no meristema apical e senescência das folhas, na dose de 30%, aos quatro dias após a aplicação. Foi observado o efeito da dose com 15% sob a eficiência fotoquímica das plantas. O Paraquat + Diuron resultou na perda total das folhas aos sete dias na dose de 60%. E a eficiência fotoquímica foi reduzida com dois dias após a aplicação de 30% da dose. Conclui-se que dos três herbicidas avaliados o Paraquat e o Paraquat + Diuron foram mais agressivos à plantas de Pinha, mesmo nas menores doses. Porém, aos 14 dias houve uma tendência a recuperação das plantas, que receberam o Paraquat + Diuron.

Palavras-chave: subdoses, eficiência, fitotoxicidade

#### EFFECT OF HERBICIDE DRIFT ON PINHA PLANTS (*Annona squamosa* L.)

Abstract - Within the family of the Anonaceae the sugar apple (*Annona squamosa* L.) has been emphasizing and having great acceptance in the market. Thus, it is common to observe commercial plantations of this species, mainly by small producers. In pines cultivation one of the points that must be taken into consideration is the weed management in the production area, where it is common to observe the use of chemical products. The objective of this work was to verify the influence of drift on sugar apple plants caused by the herbicides Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron. The subdoses used were 0, 15, 30, 45 and 60% of the doses recommended by the manufacturer. The experimental design was a randomized complete block design in a 3 x 5 factorial scheme, with three herbicides and five different doses and four replications. The evaluations were performed before the application of the herbicides and after the application, five more evaluations were performed at 2, 4, 7, 14 and 21 days after the drift simulation (DASD). The following evaluations were carried out: height (cm) of the

plant from the collection region to the apex of the apical meristem, plant diameter at the base of the collection, with the aid of a pachymeter and counting of the number of leaves and evaluation of the estimated leaf chlorophyll with aid Of chlorophyll meter SPAD, selecting leaves from the median region of each plant and determination of chlorophyll fluorescence (a). Subsequently, all data were submitted to descriptive analysis (means  $\pm$  standard deviation), analysis of variance (ANOVA) and regression analysis. The results obtained were not significant for height, diameter and number of leaves, in the treatment with Glyphosate. Paraquat caused necrosis in the apical meristem and senescence of the leaves at the 30% dose, four days after application. The dose effect was observed with 15% under the photochemical efficiency of the plants. Paraquat + Diuron resulted in total leaf loss at seven days at the 60% dose. And the photochemical efficiency was reduced two days after the application of 30% of the dose. It is concluded that of the three herbicides evaluated Paraquat and Paraquat + Diuron were more aggressive to sugar apple plants, even in the lower doses. However, at 14 days there was a tendency for the plants to recover, which received Paraquat + Diuron

Key words: subdoses, efficiency, phytotoxicity

## INTRODUÇÃO

A Pinha (*Annona squamosa* L.) tem origem nas Antilhas e encontra-se atualmente em quase todos os continentes (Sobrinho, 2010). Pertence à família das anonáceas na qual compõe um grupo de plantas que vem se destacando em várias partes do mundo, principalmente por produzirem frutos de grande interesse comercial. Entre eles, além da Pinha há também a cherimólia (*Annona cherimola*), a atemoia (híbrido *A. squamosa* x *A. cherimola*), e a graviola (*A. muricata*) (Lemos, 2014).

No entanto, com relação à tecnologia de produção da Pinha ainda há poucas informações para obtenção de variedades ou cultivares, poda, indução floral, polinização, controle de pragas e doenças, conservação pós-colheita, adubação e nutrição de plantas entre outros fatores (Costa et al., 2002). E um dos fatores limitantes em cultivo é o manejo de plantas daninhas, cuja prática de controle muita das vezes depende de grande quantidade de mão-de-obra e encarecendo o sistema de produção.

Um dos métodos bastante utilizado em plantios que requer menor mão-de-obra eficiente e mais barata é o controle químico com jato dirigido nas plantas daninhas. Entretanto, pode ocorrer a deriva acidental de herbicidas sobre as plantas de interesse, podendo provocar injúrias ou até a morte das plantas, quando em estágio inicial de desenvolvimento (Yamashita et al., 2013). A deriva torna-se indesejável ao produtor, principalmente pelos prejuízos diretos que causa, atingindo culturas sensíveis próximo, ocasionando perdas ao produtor (Costa et al., 2012). Há vários fatores que podem ocasionar a deriva acidental, como os tipos de bicos, a altura da barra de aplicação, a adição de adjuvantes, a velocidade da operação e a incidência de ventos no momento da aplicação (Voltolini et al., 2015), acarretando dessa forma, alguns prejuízos que devem ser estudados. Segundo Langaro et al. (2014), a aplicação de subdoses, simulando deriva, tem sido utilizada por diversos pesquisadores com o intuito de avaliar os possíveis efeitos em culturas sensíveis. Nas frutíferas, em geral, as aplicações de herbicidas em plantas jovens são mais prejudiciais, comparado à fase de maturidade das plantas (Foresti et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da deriva simulada de três herbicidas: Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron, representados pelos nomes comerciais: Roundup<sup>®</sup>, Gramoxone<sup>®</sup> e Gramocil<sup>®</sup>, respectivamente, nas características morfológicas e fisiológicas das plantas de Pinha.

## MATERIAL E METODOS

### Implantação do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Unidade de Apoio a Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, do campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes – RJ (latitude 21° 42' 2" S e na longitude 41° 18' 26" O), entre os meses de novembro a dezembro de 2016. As temperaturas média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento foram de 27,64°C; 15°C e 52,5°C, respectivamente. As umidades relativas do ar média, mínima e máxima registradas durante a condução do experimento foram 45,57%; 5,2% e 90%, respectivamente (Figura 1).

Segundo a classificação de Köeppen (1948), o clima é tropical, quente e úmido com verão chuvoso, inverno seco, com altitude média de 11 m.

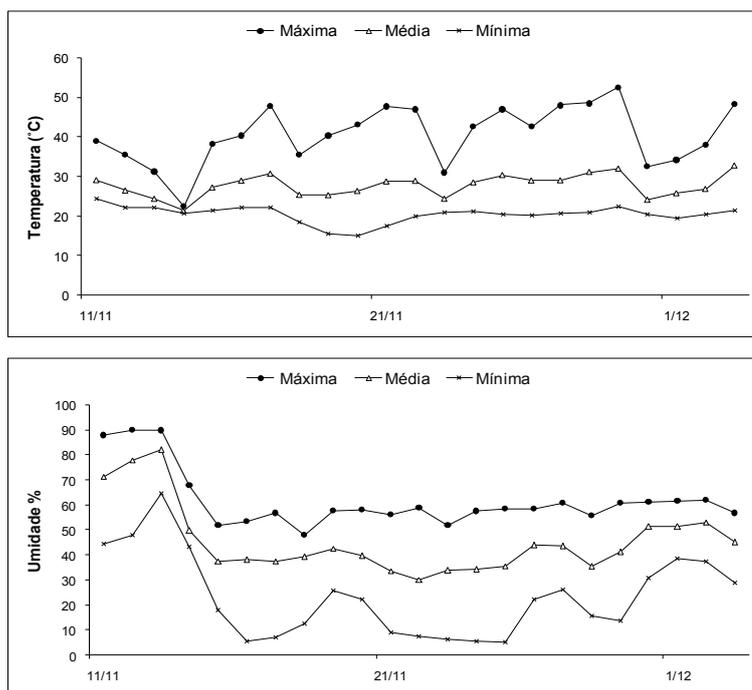


Figura 1. Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), máxima, média e mínima, na casa de vegetação durante a condução do experimento.

As sementes de *A. squamosa* foram obtidas de frutos comerciais, que após o despulpamento, foram colocadas para secar por 24h em temperatura ambiente. Colocando três sementes por vaso com capacidade de 5,5 dm<sup>3</sup> contendo solo +

areia + esterco bovino na proporção 1:1:1 (v/v). Após as plantas lançarem o primeiro par de folhas, ocorreram os desbastes, permanecendo uma única planta por vaso. O substrato foi encaminhado a FUNDENOR para análise física e química. As características químicas do substrato foram: pH (H<sub>2</sub>O)= 7; S-SO<sub>4</sub>= 68 mg/dm<sup>3</sup>; P= 200 mg/dm<sup>3</sup>; K= 52,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; Ca= 23,3 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg= 19,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; Al= 0 mmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al= 11,6 mmolc/dm<sup>3</sup>; Na= 15,4 mmolc/dm<sup>3</sup>; C= 15,9 g/dm<sup>3</sup>; MO=27,41 g/dm<sup>3</sup>; CTC= 122,30 mmolc/dm<sup>3</sup>; SB= 110,70 mmolc/dm<sup>3</sup>; Fe= 102,54 mg/dm<sup>3</sup>; Cu= 0,59 mg/dm<sup>3</sup>; Zn= 8,01 mg/dm<sup>3</sup>; Mn= 74,01 mg/dm<sup>3</sup> e B= 0,45 mg/dm<sup>3</sup>. E as características físicas: Silte= 150 g.dm<sup>3</sup>; Argila=130 g.dm<sup>3</sup>; Areia total= 720 g.dm<sup>3</sup>

Após o desenvolvimento das mudas, procedeu-se a aplicação de subdosagens de herbicidas simulando a deriva, sendo estes o Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron, representados pelos nomes comerciais: Roundup®, Gramoxone® e Gramocil® respectivamente. As subdoses utilizadas foram 0; 15; 30; 45; 60 % da dose recomendada pelo fabricante. Correspondendo assim à 0; 111; 222; 333 e 444 g e.a ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos com o Glyphosate. 0; 60; 120; 180 e 240 g e.a ha<sup>-1</sup> para o tratamento com o Paraquat. 0; 90; 180; 270 e 360 g e.a ha<sup>-1</sup> para o tratamento com Paraquat + Diuron. Nos herbicidas Paraquat e Paraquat + Diuron ainda foi utilizado um espalhante adesivo ADESIL®, que tem como recomendação utilizar 100mL de produto para cada 100L de volume de calda. Portanto, foi utilizado 30mL ha<sup>-1</sup>; 60mL ha<sup>-1</sup>; 90mLha<sup>-1</sup> e 120mL ha<sup>-1</sup>, correspondendo as dose de 15; 30; 45; 60 % da recomendação.

Para cálculo do volume de calda foi feita calibração do equipamento, utilizando um pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 3,0 kgf cm<sup>-2</sup>, e equipado com um bico "Teejet" DG 110.02, o qual foi calibrado para aplicar o equivalente a 200 Lha<sup>-1</sup> de volume de calda. Após o dia seguinte da aplicação dos tratamentos as plantas foram irrigadas diariamente.

No momento da aplicação, às 8h da manhã, a temperatura era de 27,6°C; a umidade relativa do ar máxima e mínima era de 76,9% e 76,4% respectivamente e a velocidade do vento próximo de zero, pois a aplicação foi realizada em uma parte isolada dentro da casa de vegetação, onde a circulação do vento foi limitada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em

esquema fatorial 3 x 5, sendo este três tipos de herbicidas e cinco doses e quatro repetições, totalizando 60 plantas.

As avaliações nas plantas de Pinha foram realizadas antes e após a aplicação dos herbicidas, sendo 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias após a simulação da deriva (DASD).

#### Avaliações biométricas:

Aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 DASD foram avaliados os seguintes parâmetros de crescimento: altura, (determinada a partir da região do colo até o ápice foliar, com o auxílio de uma régua graduada), diâmetro do caule (na região do colo, com o auxílio de um paquímetro digital) e contagem do número de folhas, pelo método manual. Ao final do experimento, foi realizada a determinação da área foliar (com auxílio do aparelho modelo Licor 3100, onde o valor é obtido no momento em que a folha passa pelo sensor do aparelho), e determinação da massa da matéria seca das raízes (MSR) e parte aérea da planta (MSPA). Os materiais foram acondicionados em sacos de papel tipo Kraft, identificados e submetido à secagem artificial em estufa com circulação de ar forçada a  $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 72h.

#### Avaliações fisiológicas:

Para o Rendimento quântico máximo do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), foram colocadas as pinças para adaptação ao escuro. Estas ficaram mantidas fechadas por 30 minutos. Após o período de adaptação no escuro um pulso de luz saturante de 0,3s e frequência de 20000Hz foi emitido. As medidas foram realizadas por meio do fluorímetro não-modulado, modelo Pocket PEA Chlorophyll Fluorimeter (Hansatech Instruments – King's Lynn, Norfolk).

O índice de clorofila das folhas foi estimado com auxílio de clorofilômetro SPAD, aparelho Chlorophyll Meter SPAD-502 (Minolta<sup>®</sup>). O valor SPAD utilizado foi resultante da média de cinco leituras.

Posteriormente os dados foram submetidos à análise descritiva (médias  $\pm$  desvio padrão), submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias das

variáveis qualitativas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). As médias das variáveis quantitativas foram submetidas a análise de regressão, no programa estatístico SAEG 9.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 21 dias de condução do experimento, o herbicida Glyphosate não influenciou estatisticamente na altura das plantas, como mostra as médias (Tabela 1). E somente nas doses zero (controle) e 15% registrou-se a regressão linear significativa. As plantas iniciaram com uma altura média de 28,25 e 27,75 e ao final houve um acréscimo de 10,25 cm e 5,25 cm quando as plantas receberam as dose de 0 e 15 %, respectivamente. O surgimento dos sintomas está relacionado com a quantidade de produto em contato com as plantas (Tuffi Santos et al., 2005) e também relacionado à espécie envolvida, pois, no trabalho desenvolvido por Gusmão et al. (2011), observou-se que as plantas jovens de *Genipa americana* demonstraram elevada sensibilidade às aplicações de todas as subdoses testadas por eles (86,4; 172,8 e 345,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>), aos 120 dias após a simulação da deriva (DASD). No trabalho de Tuffi Santos et al. (2005) com simulação de deriva em eucalipto, foram observados os efeitos já a partir de 5 DASD. Porém, Christoffoletti et al. (1998), ao aplicar glyphosate para o controle de plantas daninhas em *Pinus taeda*, não observaram nenhum sintoma aparente de injúria nas plantas, até mesmo na primeira observação aos 33 dias após a aplicação.

As plantas de Pinha, aos 21 dias, que receberam as subdoses do Paraquat e Paraquat + Diuron de 60% da recomendação, mostraram uma redução nos valores de altura. Esse fato é justificado pelas perdas totais das folhas e também pela queima da parte apical das plantas, observada aos sete dias, devido esses herbicidas apresentar efeito rápido na planta (Tabela 1). Esse fator fez com que influenciasse no crescimento, não apresentando regressão na dose 60%. Já as plantas que não receberam as doses dos herbicidas obtiveram crescimento de 13,37cm e 10,62cm no controle (0% da dose) dos herbicidas Paraquat e Paraquat + Diuron respectivamente.

Tabela 1. Altura das plantas (cm) (Média ± DP) das Pinhas sob o efeito de deriva dos herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) em subdoses (0; 15; 30; 45; 60) durante 21 dias em casa de vegetação

Herbicida	Doses (%)	Dias Após Aplicação						Equação $\hat{Y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	Teste t		R <sup>2</sup>
		0	2	4	7	14	21		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	
Glyphosate	0	28,25A (±4,50)	31,00A (±4,63)	32,25A (±4,50)	33,75A (±4,78)	37,37A (±4,93)	38,50A (±5,11)	$\hat{Y} = 0,46x+29,79$	3,78*	-	0,93*
	15	27,75A (±1,89)	29,25A (±1,70)	29,37A (±1,70)	31,00A (±1,41)	32,12A (±2,25)	33,00A (±1,73)	$\hat{Y} = 0,23x+28,53$	4,91**	-	0,91**
	30	27,75A (±9,14)	30,00A (±9,76)	30,12A (±9,59)	31,00A (±10,36)	31,50A (±9,58)	32,50A (±10,36)	Sem regressão	-	-	-
	45	32,62A (±6,75)	35,50A (±6,85)	35,50A (±6,85)	35,75A (±6,81)	36,75A (±6,88)	37,75A (±6,86)	Sem regressão	-	-	-
	60	33,75A (±7,80)	34,87A (±7,00)	35,12A (±6,78)	35,37A (±6,57)	36,62A (±6,52)	37,50A (±5,67)	Sem regressão	-	-	-
	Paraquat	0	30,25B (±4,34)	33,87AB (±4,93)	36,00AB (±5,35)	38,00AB (±5,01)	41,00AB (±5,47)	43,62A (±7,16)	$\hat{Y} = 0,57x+32,50$	4,05**	-
15	31,62A (±5,34)	33,75A (±5,43)	34,62A (±5,43)	34,87A (±6,49)	36,25A (±7,24)	37,12A (±7,18)	Sem regressão	-	-	-	
30	31,00A (±2,16)	31,00A (±1,41)	31,87A (±1,49)	32,25A (±1,55)	32,75A (±1,84)	33,87A (±2,78)	$\hat{Y} = 0,14x+31,06$	3,12**	-	0,93*	
45	35,00A (±3,16)	37,00A (±3,16)	37,00A (±3,16)	38,00A (±2,44)	38,00A (±3,10)	39,37A (±2,92)	$\hat{Y} = 0,17x+36,11$	2,19*	-	0,81*	
60	32,50A (±9,25)	31,50A (±8,66)	30,62A (±8,36)	30,33A (±10,21)	30,87A (±8,29)	31,25A (±8,57)	Sem regressão	-	-	-	
Paraquat + Diuron	0	31,00A (±4,76)	34,00A (±5,16)	35,75A (±5,31)	37,75A (±5,37)	40,12A (±4,97)	41,62A (±5,40)	$\hat{Y} = 0,46x+33,00$	3,43**	-	0,89**
	15	32,25A (±6,80)	33,50A (±8,73)	34,75A (±9,06)	35,75A (±9,11)	37,25A (±9,67)	38,00A (±9,70)	Sem regressão	-	-	-
	30	35,50A (±5,50)	38,25A (±6,99)	38,75A (±6,94)	40,25A (±7,71)	40,87A (±7,75)	41,62A (±8,37)	Sem regressão	-	-	-
	45	40,12A (±5,26)	41,00A (±5,35)	42,00A (±4,69)	43,12A (±5,97)	44,37A (±7,40)	45,00A (±8,39)	Sem regressão	-	-	-
	60	32,25A (±5,79)	32,37A (±6,67)	32,37A (±6,62)	34,16A (±6,82)	32,37A (±6,62)	31,50A (±6,13)	Sem regressão	-	-	-

\*\*Efeito significativo, segundo o Teste F (P≤0,05) e \* P≤0,01. Médias não diferem entre si na linha, segundo o teste de Tukey, P≤0,05.

Observa-se nos gráficos de regressão (Figura 1A. Apêndice), que os herbicidas B e C Paraquat e a mistura Paraquat + Diuron, respectivamente, aos 21 dias tiveram os menores valores para altura na dose de 60 %. Esses dois herbicidas têm comportamento comum na planta, pois possui o mesmo ingrediente ativo, o Paraquat. Segundo Peron et al. (2003), o Paraquat é um sal solúvel em água que desseca rapidamente todo o tecido verde quando esse entra em contato com a planta, causando sérios prejuízos fisiológicos, com depleção de NADPH e inibição da fixação de CO<sub>2</sub>, com consequente produção de superóxidos, os quais promovem a destruição de membranas (Martins, 2013).

Para os dados de diâmetros das plantas, a regressão linear ocorreu quando não houve a aplicação dos três herbicidas testados (dose 0%) e para o herbicida Glyphosate, aplicação de 15% da dose recomendada também apresentou regressão linear (Tabela 2). A avaliação do diâmetro não foram significativas para os três herbicidas com relação às doses no tempo. Segundo Gusmão et al. (2011), plantas jovens de *Genipa americana* não apresentaram crescimento em diâmetro do caule influenciado pela aplicação das subdoses de glyphosate.

O número de folhas das plantas das Pinhas (Tabela 3) com deriva do herbicida Glyphosate não apresentou diferença estatística significativa nas doses avaliadas. O herbicida Paraquat na dose de 15% também não apresentou efeito significativo. A partir da dose de 30% com dois dias da simulação da deriva que houve queda das folhas, sendo que após o sétimo dia de experimento as plantas submetidas à dose mais alta 60% não apresentavam mais folhas. Comportamento semelhante foi observado pelas plantas que receberam as subdoses com o herbicida Paraquat + Diuron, apresentando também queda total das folhas aos sete dias, porém as plantas com esse tratamento tiveram uma tendência à recuperação aos 14 dias, após a simulação da deriva. Rodrigues e Almeida, (1995) explicam que devido à ação de contato do herbicida, o uso não é eficaz em espécies perenes, pois possibilita a rebrota das plantas com poucos dias depois da aplicação.

Tabela 2. Diâmetro das plantas de Pinhas (mm)(Média  $\pm$  DP) sob o efeito de deriva dos herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) em subdoses(0; 15; 30; 45; 60) durante 21 dias em casa de vegetação

Herbicida	Doses (%)	Dias Após Aplicação						Equação	Teste t		R <sup>2</sup>
		0	2	4	7	14	21	$\hat{Y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	
Glyphosate	0	5,08A ( $\pm 0,63$ )	5,44A ( $\pm 0,39$ )	5,75A ( $\pm 0,33$ )	5,98A ( $\pm 0,61$ )	6,18A ( $\pm 0,69$ )	6,22A ( $\pm 0,74$ )	$\hat{Y} = 0,048x+5,38$	3,06**	-	0,76**
	15	5,55A ( $\pm 0,35$ )	6,22A ( $\pm 0,22$ )	6,32A ( $\pm 0,40$ )	6,20A ( $\pm 0,42$ )	6,41A ( $\pm 0,30$ )	6,58A ( $\pm 0,52$ )	$\hat{Y} = 0,033x+5,94$	2,93**	-	0,58**
	30	5,26A ( $\pm 1,07$ )	5,58A ( $\pm 1,10$ )	5,42A ( $\pm 1,02$ )	5,56A ( $\pm 0,87$ )	5,78A ( $\pm 1,04$ )	5,93A ( $\pm 1,17$ )	Sem regressão	-	-	-
	45	5,35A ( $\pm 1,24$ )	6,44A ( $\pm 0,75$ )	6,47A ( $\pm 0,84$ )	6,26A ( $\pm 1,15$ )	6,51A ( $\pm 0,99$ )	6,63A ( $\pm 0,97$ )	Sem regressão	-	-	-
	60	5,74A ( $\pm 0,88$ )	5,75A ( $\pm 0,62$ )	5,82A ( $\pm 0,58$ )	5,84A ( $\pm 0,58$ )	5,99A ( $\pm 0,46$ )	6,56A ( $\pm 0,97$ )	Sem regressão	-	-	-
	Paraquat	0	5,72A ( $\pm 0,69$ )	5,81A ( $\pm 0,55$ )	5,90A ( $\pm 0,56$ )	5,97A ( $\pm 0,63$ )	6,51A ( $\pm 0,52$ )	6,71A ( $\pm 0,60$ )	$\hat{Y} = 0,049x+5,70$	3,28**	-
Paraquat	15	5,72A ( $\pm 0,09$ )	5,70A ( $\pm 0,77$ )	5,90A ( $\pm 0,94$ )	5,96A ( $\pm 0,99$ )	6,07A ( $\pm 0,75$ )	6,14A ( $\pm 0,70$ )	Sem regressão	-	-	-
	30	5,82A ( $\pm 0,88$ )	6,29A ( $\pm 0,55$ )	6,17A ( $\pm 0,23$ )	6,44A ( $\pm 0,35$ )	6,53A ( $\pm 0,40$ )	6,59A ( $\pm 0,85$ )	Sem regressão	-	-	-
	45	6,14A ( $\pm 0,67$ )	5,90A ( $\pm 0,36$ )	6,21A ( $\pm 0,47$ )	6,22A ( $\pm 0,46$ )	6,35A ( $\pm 0,41$ )	6,46A ( $\pm 0,33$ )	Sem regressão	-	-	-
	60	5,43A ( $\pm 1,20$ )	5,87A ( $\pm 0,85$ )	6,02A ( $\pm 0,97$ )	5,91A ( $\pm 0,90$ )	6,13A ( $\pm 0,89$ )	5,81A ( $\pm 1,48$ )	Sem regressão	-	-	-
	Paraquat + Diuron	0	5,61A ( $\pm 0,90$ )	6,12A ( $\pm 0,49$ )	6,26A ( $\pm 0,57$ )	6,34A ( $\pm 0,60$ )	6,70A ( $\pm 0,80$ )	6,86A ( $\pm 0,59$ )	$\hat{Y} = 0,050x+5,91$	2,87**	-
Paraquat + Diuron	15	5,36A ( $\pm 1,31$ )	6,05A ( $\pm 1,02$ )	5,71A ( $\pm 1,56$ )	5,86A ( $\pm 1,39$ )	6,14A ( $\pm 1,22$ )	6,38A ( $\pm 1,25$ )	Sem regressão	-	-	-
	30	6,42A ( $\pm 0,93$ )	6,91A ( $\pm 0,98$ )	6,95A ( $\pm 0,99$ )	7,25A ( $\pm 0,80$ )	7,41A ( $\pm 0,99$ )	7,47A ( $\pm 1,00$ )	Sem regressão	-	-	-
	45	6,09A ( $\pm 0,56$ )	6,80A ( $\pm 0,33$ )	6,64A ( $\pm 0,26$ )	6,85A ( $\pm 0,10$ )	6,80A ( $\pm 0,31$ )	6,87A ( $\pm 0,35$ )	Sem regressão	-	-	-
	60	5,25A ( $\pm 0,67$ )	5,73A ( $\pm 0,63$ )	5,72A ( $\pm 0,42$ )	5,65A ( $\pm 0,47$ )	5,75A ( $\pm 0,36$ )	5,82A ( $\pm 0,33$ )	Sem regressão	-	-	-

\*\*Efeito significativo, segundo o Teste F( $P \leq 0,05$ ) e \*  $P \leq 0,01$ . Médias não diferem entre si na linha, segundo o teste de Tukey,  $P \leq 0,05$ .

Tabela 3. Número de folhas das plantas de Pinhas (Média ± DP) sob o efeito de deriva dos herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) em subdoses(0; 15; 30; 45; 60) durante 21 dias

Herbicida	Doses (%)	Dias Após Aplicação						Equação $\hat{Y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	Teste t		R <sup>2</sup>
		0	2	4	7	14	21		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	
Glyphosate	0	15,75A (±0,50)	15,75A (±1,70)	15,00A (±0,81)	15,25A (±0,50)	15,75A (±1,50)	17,00A (±1,82)	Sem regressão	-	-	-
	15	14,75A (±1,50)	15,25A (±0,95)	13,25A (±0,95)	13,00A (±1,15)	13,75A (±1,25)	14,25A (±1,70)	$\hat{Y} = 0,013x^2-0,31x+14,93$	-2,19*	2,096*	0,55*
	30	14,00A (±3,91)	14,75A (±4,27)	13,25A (±2,87)	13,25A (±2,98)	13,00A (±2,58)	13,25A (±2,52)	Sem regressão	-	-	-
	45	16,50A (±2,38)	18,25A (±4,27)	15,00A (±1,41)	14,75A (±2,22)	14,25A (±1,71)	15,00A (±2,16)	Sem regressão	-	-	-
	60	15,00A (±2,00)	16,00A (±2,16)	13,50A (±2,38)	13,50A (±2,38)	13,00A (±2,70)	13,00A (±2,00)	Sem regressão	-	-	-
	Paraquat	0	17,00A (±1,82)	18,00A (±1,82)	16,00A (±0,81)	16,75A (±0,50)	18,00A (±0,81)	20,50A (±2,38)	$\hat{Y} = 0,016x^2-0,19x+17,32$	-1,19 <sup>ns</sup>	2,20*
15		18,00A (±0,81)	16,50A (±1,00)	13,50A (±1,29)	13,00A (±1,41)	13,50A (±1,00)	14,50A (±1,00)	$\hat{Y} = 0,033x^2-0,83x+17,54$	-5,92**	5,20**	0,83**
30		17,75A (±1,25)	18,00A (±1,41)	10,00B (±4,83)	8,25B (±4,85)	8,75B (±5,85)	9,00B (±5,71)	$\hat{Y} = 0,058x^2-1,6x+18,09$	-3,27**	2,55**	0,69*
45		19,25A (±2,87)	17,50A (±1,73)	7,75B (±2,87)	6,25B (±2,06)	6,25B (±2,62)	8,00B (±3,16)	$\hat{Y} = 0,085x^2-2,27x+18,99$	-6,33**	5,16**	0,84**
60		17,25A (±2,21)	16,00A (±2,70)	3,25B (±2,87)	-	-	-	-	-	-	-
Paraquat + Diuron		0	16,75A (±3,20)	16,00A (±2,44)	14,25A (±2,06)	15,25A (±2,75)	15,75A (±1,70)	16,25A (±2,62)	Sem regressão	-	-
	15	15,50A (±4,35)	15,25A (±4,78)	12,00A (±2,94)	12,25A (±3,86)	13,00A (±3,55)	14,25A 4,11)	Sem regressão	-	-	-
	30	19,25A (±4,11)	19,25A (±3,94)	12,50B (±4,43)	11,00B (±4,76)	11,50B (±6,03)	12,25B (±6,34)	$\hat{Y} = 0,052x^2-1,42x+19,50$	-2,66**	2,14**	0,81*
	45	20,25A (±3,40)	20,00A (±3,16)	7,75B (±1,70)	5,50B (±3,69)	7,33B (±2,88)	6,50B (±6,02)	$\hat{Y} = 0,089x^2-2,49x+20,44$	-4,63**	3,65**	0,78**
	60	18,25A (±4,19)	16,25A (±2,87)	6,25B (±2,36)	-	0,25C (±0,50)	0,50BC (±1,00)	$\hat{Y} = 0,084x^2-2,59x+18,38$	-6,80**	4,76**	0,92**

\*\*Efeito significativo, segundo o Teste F (P≤0,05) e \* P≤0,01. Médias não diferem entre si na linha, segundo o teste de Tukey, P≤0,05.

## Efeitos na fisiologia da planta

Com relação ao índice de cor verde das folhas, as plantas de Pinha que receberam as subdoses do herbicida Glyphosate apresentaram valor SPAD em média 40. Com exceção das plantas que receberam a dosagem maior de 60% que aos 21 dias apresentaram valor médio de 18,47 (Tabela 4). Segundo Torres-Netto et al. (2005), leituras observadas de SPAD em folhas de *Coffea canephora* menores de 40 mostraram comprometimento no processo fotossintético da espécie.

O herbicida Paraquat começou a apresentar diferença a partir do segundo dia na dose de 30%. Já a mistura Paraquat + Diuron demorou um pouco mais para apresentar os sintomas e somente no quarto dia, também na dose de 30%, começou a apresentar a redução do índice SPAD. Nos dois herbicidas só foi possível avaliar até o quarto dia, a partir do sétimo dia registrou-se a perda das folhas, na maior dose 60% da recomendação. Esse amarelecimento justifica-se pelo fato do Paraquat agir na presença de luz, desidratando as partes verdes das plantas com as quais entra em contato. Após a aplicação a penetração ocorre quase imediatamente (Martins, 2013). Segundo Catunda et al. (2005), o teor de clorofila e carotenóides nas folhas indica, entre outros, o nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos. Para Magalhães et al. (2001) o fato de se verificarem danos, mesmo em pequenas doses reduzidas (baixa concentração da deriva) deve-se, provavelmente, ao modo de ação do Paraquat, o qual está relacionado à catalisação da reação de síntese de  $H_2O_2$  (peróxido de hidrogênio). Quantidades extremamente pequenas de  $H_2O_2$  dentro do cloroplasto das plantas são suficientes para destruí-lo e causar danos.

Tabela 4. SPAD das plantas de Pinhas (Média  $\pm$  DP) sob o efeito de deriva de três herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) em diferentes doses (0; 15; 30; 45; 60) durante 21 dias

Herbicida	Doses (%)	Dias Após Aplicação						Equação $\hat{Y} = B_2x^2+B_1x+B_0$	Teste t		R <sup>2</sup>
		0	2	4	7	14	21		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	
Glyphosate	0	38,80A ( $\pm 1,44$ )	40,27A ( $\pm 0,76$ )	39,45A ( $\pm 1,84$ )	39,42A ( $\pm 1,20$ )	40,10A ( $\pm 1,31$ )	38,45A ( $\pm 0,82$ )	Sem regressão	-	-	-
	15	40,42A ( $\pm 0,77$ )	40,70A ( $\pm 0,78$ )	40,52A ( $\pm 0,99$ )	40,70A ( $\pm 0,95$ )	40,55A ( $\pm 1,91$ )	40,57A ( $\pm 2,20$ )	Sem regressão	-	-	-
	30	39,72AB ( $\pm 1,33$ )	40,22A ( $\pm 1,86$ )	40,55A ( $\pm 2,36$ )	40,17A ( $\pm 2,56$ )	36,85AB ( $\pm 5,05$ )	30,92B ( $\pm 7,20$ )	$\hat{Y} = -0,42x+41,51$	3,99**	-	0,84**
	45	40,80A ( $\pm 1,35$ )	41,25A ( $\pm 1,08$ )	40,92A ( $\pm 2,27$ )	41,55A ( $\pm 1,70$ )	41,30A ( $\pm 2,45$ )	37,15A ( $\pm 7,37$ )	Sem regressão	-	-	-
	60	40,72A ( $\pm 0,42$ )	40,62A ( $\pm 0,85$ )	40,62A ( $\pm 1,38$ )	40,62A ( $\pm 1,17$ )	38,50A ( $\pm 1,88$ )	18,47B ( $\pm 13,93$ )	$\hat{Y} = -0,099x^2+1,14x+39,07$	1,87*	-	3,52**
Paraquat	0	40,50A ( $\pm 3,05$ )	41,80A ( $\pm 2,12$ )	41,22A ( $\pm 1,51$ )	41,77A ( $\pm 1,80$ )	39,70A ( $\pm 1,37$ )	38,07A ( $\pm 1,22$ )	$\hat{Y} = -0,15x+41,71$	2,80**	-	0,70**
	15	40,80A ( $\pm 2,68$ )	41,15A ( $\pm 2,29$ )	34,77A ( $\pm 5,77$ )	40,35A ( $\pm 0,77$ )	39,10A ( $\pm 1,08$ )	34,62A ( $\pm 5,58$ )	$\hat{Y} = -0,21x+40,15$	-1,87*	-	0,32*
	30	41,90A ( $\pm 1,25$ )	40,82AB ( $\pm 2,05$ )	32,90BC ( $\pm 3,78$ )	35,67AB ( $\pm 6,13$ )	33,95ABC ( $\pm 4,26$ )	25,95C ( $\pm 5,19$ )	$\hat{Y} = -0,63x+40,33$	4,81**	-	0,75**
	45	42,15A ( $\pm 2,03$ )	42,02A ( $\pm 1,72$ )	30,52B ( $\pm 8,31$ )	35,20AB ( $\pm 3,28$ )	27,35B ( $\pm 10,64$ )	28,55B ( $\pm 8,13$ )	$\hat{Y} = -0,65x+39,55$	3,30**	-	0,64**
	60	41,05A ( $\pm 3,04$ )	40,92A ( $\pm 4,18$ )	24,35B ( $\pm 13,50$ )	-	-	-	-	-	-	-
Paraquat + Diuron	0	39,55A ( $\pm 0,49$ )	40,72A ( $\pm 1,27$ )	41,32A ( $\pm 0,68$ )	40,65A ( $\pm 0,92$ )	39,62A ( $\pm 2,10$ )	38,42A ( $\pm 2,01$ )	$\hat{Y} = -0,091x+40,78$	-2,25*	-	0,49*
	15	39,90A ( $\pm 2,29$ )	39,75A ( $\pm 2,98$ )	35,75A ( $\pm 5,37$ )	34,85A ( $\pm 5,85$ )	35,55A ( $\pm 5,55$ )	36,60A ( $\pm 4,09$ )	Sem regressão	-	-	-
	30	41,40AB ( $\pm 1,38$ )	41,67A ( $\pm 2,42$ )	34,27AB ( $\pm 9,58$ )	34,02AB ( $\pm 7,40$ )	37,95AB ( $\pm 4,24$ )	32,70B ( $\pm 5,17$ )	Sem regressão	-	-	-
	45	40,45A ( $\pm 2,88$ )	41,20A ( $\pm 2,33$ )	29,25B ( $\pm 7,61$ )	34,02AB ( $\pm 1,85$ )	38,00AB ( $\pm 3,79$ )	38,33AB ( $\pm 4,22$ )	$\hat{Y} = 0,058x^2-1,2x+39,64$	1,95**	2,01**	0,30*
	60	40,40A ( $\pm 0,48$ )	37,77A ( $\pm 3,89$ )	21,77B ( $\pm 10,30$ )	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Efeito significativo, segundo o Teste F ( $P \leq 0,05$ ) e \*  $P \leq 0,01$ . Médias não diferem entre si na linha, segundo o teste de Tukey,  $P \leq 0,05$ .

Tabela 5. Fv/Fm das plantas (Média ± DP) de Pinhas sob o efeito de deriva de três herbicidas (Glyphosate, Paraquat, Paraquat + Diuron) em diferentes doses (0; 15; 30; 45; 60) durante 21 dias

Herbicida	Doses (%)	Dias Após Aplicação						Equação	Teste t		R <sup>2</sup>
		0	2	4	7	14	21	$\hat{Y} = B_2x^2 + B_1x + B_0$	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	
Glyphosate	0	0,80A (±0,004)	0,78A (±0,01)	0,75A (±0,01)	0,66A (±0,02)	0,69A (±0,08)	0,69A (±0,05)	$\hat{Y} = 0,0007x^2 - 0,019x + 0,81$	-3,86**	2,94**	0,81**
	15	0,81A (±0,003)	0,78A (±0,01)	0,76A (±0,03)	0,65A (±0,03)	0,72A (±0,03)	0,76A (±0,02)	$\hat{Y} = 0,0009x^2 - 0,022x + 0,81$	-5,55**	5,15**	0,71**
	30	0,80A (±0,002)	0,78A (±0,009)	0,75A (±0,01)	0,63A (±0,03)	0,69A (±0,07)	0,71A (±0,02)	$\hat{Y} = 0,0009x^2 - 0,024x + 0,81$	-5,07**	4,37**	0,76**
	45	0,81A (±0,004)	0,78A (±0,007)	0,76A (±0,01)	0,63A (±0,02)	0,70A (±0,03)	0,72A (±0,04)	$\hat{Y} = 0,0009x - 0,024x + 0,82$	-5,40**	4,66**	0,70**
	60	0,80A (±0,01)	0,78A (±0,005)	0,74A (±0,02)	0,62A (±0,06)	0,65A (±0,05)	0,70A (±0,04)	$\hat{Y} = 0,0012x^2 - 0,030x + 0,82$	-6,29**	5,59**	0,88**
	0	0,81A (±0,006)	0,78A (±0,01)	0,74A (±0,008)	0,64A (±0,02)	0,74A (±0,01)	0,73A (±0,021)	$\hat{Y} = 0,0008x^2 - 0,019x + 0,80$	-4,54**	4,14**	0,55**
Paraquat	15	0,80A (±0,004)	0,49B (±0,32)	0,44B (±0,26)	0,63AB (±0,02)	0,70AB (±0,01)	0,56AB (±0,12)	Sem regressão	-	-	-
	30	0,80A (±0,005)	0,46B (±0,25)	0,56AB (±0,27)	0,57AB (±0,07)	0,70AB (±0,05)	0,70AB (±0,04)	Sem regressão	-	-	-
	45	0,80A (±0,009)	0,65AB (±0,21)	0,52B (±0,52)	0,50B (±0,11)	0,56AB (±0,18)	0,66AB (±0,12)	$\hat{Y} = 0,0021x^2 - 0,047x + 0,75$	-2,36*	2,28*	0,78*
	60	0,80A (±0,002)	0,36B (±0,39)	-	-	-	-	-	-	-	-
	0	0,81A (±0,009)	0,79A (±0,004)	0,76A (±0,005)	0,64A (±0,01)	0,75A (±0,02)	0,71A (±0,03)	$\hat{Y} = 0,00067x^2 - 0,017x + 0,80$	-3,49*	2,92*	0,46**
	15	0,80A (±0,004)	0,62A (±0,31)	0,66A (±0,08)	0,59A (±0,05)	0,74A (±0,02)	0,73A (±0,03)	Sem regressão	-	-	-
Paraquat + Diuron	30	0,80A (±0,003)	0,41B (±0,40)	0,70A (±0,05)	0,57AB (±0,10)	0,73A (±0,05)	0,74A (±0,06)	Sem regressão	-	-	-
	45	0,80A (±0,01)	0,51BC (±0,33)	0,61ABC (±0,12)	0,44C (±0,12)	0,77AB (±0,01)	0,74AB (±0,06)	$\hat{Y} = 0,0017x^2 - 0,032x + 0,69$	-1,52 <sup>ns</sup>	1,83*	0,41*
	60	0,80A (±0,003)	0,44B (±0,29)	0,22B (±0,38)	-	-	-	-	-	-	-

\*\* Efeito significativo, segundo o Teste F (P≤0,05) e \* P≤0,01. Médias não diferem entre si na linha, segundo o teste de Tukey, P≤0,05.

Quanto ao rendimento quântico máximo do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), as plantas no início do experimento apresentaram valor de  $F_v/F_m$  de 0,80. Sendo que as plantas que receberam os tratamentos com o herbicida Glyphosate não apresentaram diferença significativa, mas mesmo não apresentando diferença estatística, pode-se observar que a partir do sétimo dia, todos os valores foram abaixo de 0,75 para o herbicida Glyphosate, indicando danos ao aparato fotossintético (Tabela 5). Resultados semelhantes também foram observados por Reis (2013) na cultura do café, em que para ( $F_v/F_m$ ), o aumento do estresse ocorreu de acordo com o aumento das doses aplicadas do glyphosate.

Os tratamentos com o herbicida Paraquat apresentaram diferença estatística a partir do segundo dia e as subdoses de 15, 30, 45 e 60% da recomendação, apresentaram valores abaixo de 0,75. Já o Paraquat + Diuron apresentou efeito também a partir do segundo dia, porém a significância ocorreu nas doses 30, 45 e 60%. Algo interessante pode ser percebido no tratamento de 30% de Paraquat + Diuron sobre as plantas de Pinhas, nessa dosagem no segundo dia após a aplicação, a relação  $F_v/F_m$  caiu pela metade de 0,80 para 0,41, no entanto as plantas de Pinha conseguiram recuperar-se até ao final do experimento, aos 21 dias, aumentando sua eficiência fotoquímica do fotossistema II, em média para 0,74 (Tabela 5). A eficiência quântica do fotossistema II é relacionada por Pereira et al. (2000) com indicativo de perturbações no sistema fotossintético causadas por estresses ambientais e bióticos, visto que a diminuição indica inibição da atividade fotoquímica, fato confirmado no presente trabalho com o aumento das doses dos herbicidas.

A Figura 2 mostra os resultados das avaliações de área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca de raiz das plantas de Pinhas submetidas ao efeito da deriva dos herbicidas nas subdoses 0, 15, 30, 45 e 60 % da recomendação feita pelo fabricante. Pode-se observar com esses dados, que aos 21 dias, tempo de duração do experimento, os efeitos dos herbicidas só foram significativos na área foliar e massa seca da parte aérea (Figura 2A e 2B).

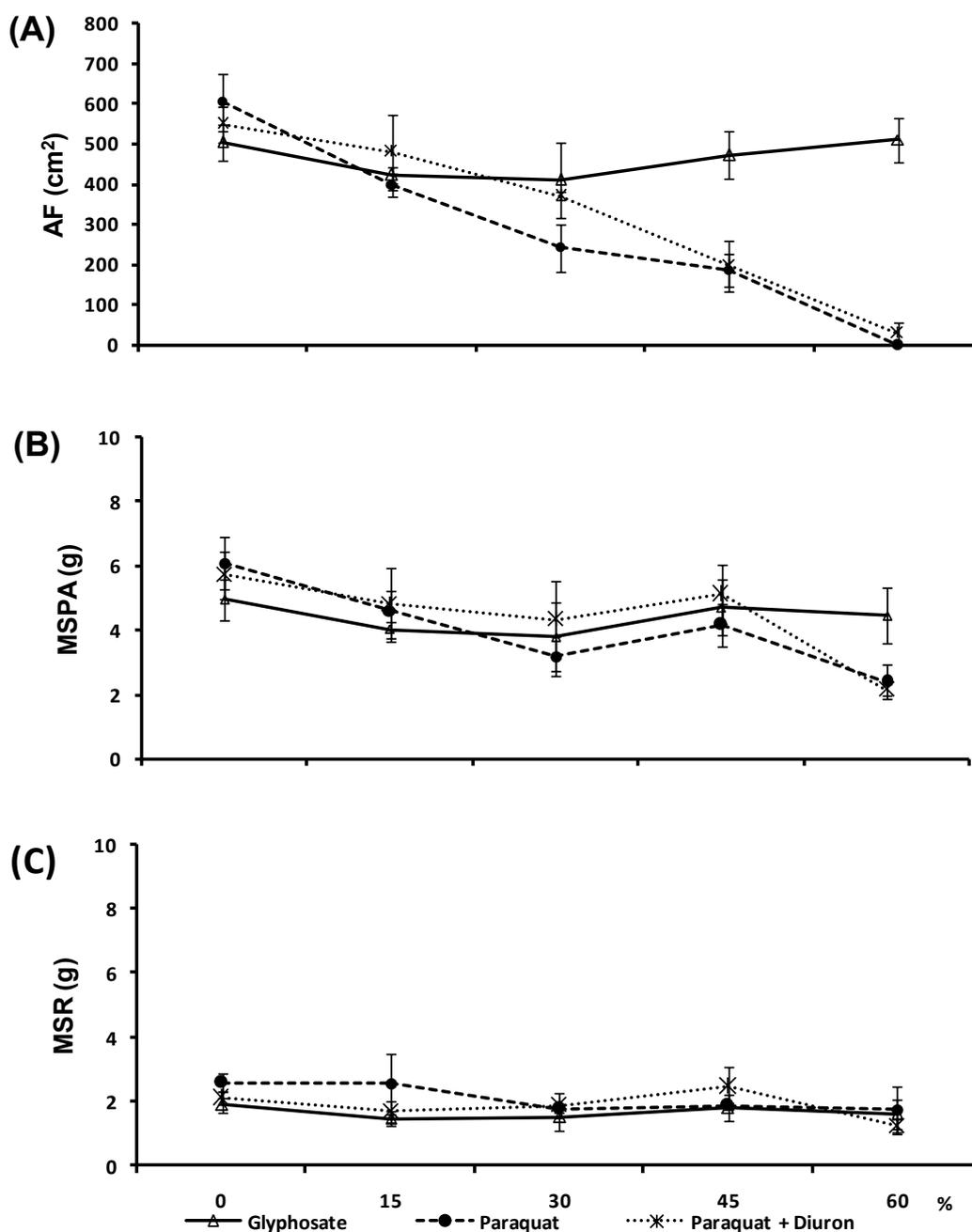


Figura 2. Dados de área foliar, AF cm<sup>2</sup>(A), massa seca da parte aérea, MSPA g (B) e massa seca de raízes, MSR g (C) de *Annona squamosa* L. sob efeito da deriva dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron, nas sub doses 0, 15, 30, 45 e 60%, aos 21 dias após aplicação.

O sistema radicular não apresentou diferença estatística, como mostram a Figura 2C e o quadro da ANOVA (Tabela 2A, apêndice). Pois, tanto o Paraquat quanto o Paraquat + Diuron tem ação de contato na planta e, segundo Martins (2013), o uso do Paraquat elimina somente o crescimento da parte aérea das plantas daninhas, não afetando a germinação de novas plantas, permitindo, assim, que a vegetação se restabeleça, para proteger o solo.

Já a junção dos dois herbicidas Diuron + Paraquat, além de atuar no fotossistema I (Oliveira Jr., 2011), o Diuron apresenta ação sistêmica pré e pós-emergente, agindo na planta por absorção, principalmente pelas raízes, de onde é deslocado através do xilema (Moncada, 2012). E seu mecanismo de ação é a destruição do Fotossistema II, com consequente a interrupção da fotossíntese (Severino et al., 2006).

O herbicida Paraquat apresentou diferença na área foliar com relação às doses e a partir de 15% foi possível observar a diferença da redução dos valores à medida que aumentou as doses. No Paraquat + Diuron, o efeito na área foliar foi a partir da dose 30%. Os resultados foram semelhantes quanto à massa seca da parte aérea (Figura 2B). Na área foliar, o tratamento com o herbicida Glyphosate, apresentou as maiores médias em relação aos outros dois herbicidas, dentro das doses 45 e 60%. Os três herbicidas não diferiram entre si até 30% (letras maiúsculas). E o herbicidas o Glyphosate não diferiu estatisticamente nas doses de zero a 60%, letras minúsculas da (Figura 2A).

## CONCLUSÕES

- A simulação de deriva do Glyphosate em *Annona squamosa* nas doses 0, 15, 30, 45 e 60% da recomendada pelo fabricante, não apresentou diferença significativa para altura, diâmetro e número de folhas. O SPAD foi influenciado na maior dose 60% aos 21 dias.
- A deriva simulada do Paraquat ocasionou necrose no meristema apical e senescência da sua folhagem, prejudicando o desenvolvimento vegetativo das plantas, na dose de 30%, da recomendada, aos quatro dias após a aplicação. Quanto à eficiência fotoquímica das plantas, foi observado o efeito desde a dose 15% com dois dias de avaliação.
- A deriva simulada do Paraquat + Diuron resultou na perda total das folhas aos sete dias na dose de 60 % com um início de recuperação aos 14 dias. Com dois dias após a aplicação de 30% a eficiência fotoquímica foi reduzida, recuperando-se aos 21 dias.

## REFERÊNCIAS

- Catunda, M.G., Freitas, S. P., Oliveira, J.G., Silva, C.M.M. (2005). Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Anona scomosus*). *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.115-121.
- Christoffoleti, P.J., Branco, E.F., Coelho, J. V.G., Britva, M., Filho, B.G. (1998). Controle de plantas daninhas em *Pinus taeda* através do herbicida Imazapyr. Piracicaba/SP: IPEF, 11p. (Circular técnica, 187).
- Costa, A.G.F., Velini, E.D., Rossi, C.V.S., Corrêa, M.R., Negrisoli E., Fiorini, M.V., Cordeiro, J.G.F., Silva, J.R.M. (2012). Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, n.1, p.62-70.
- Costa, S.L. da, Carvalho, A.J.C. de, Pessanha P.G.O., Monnerat, P.H., Marinho, C.S. (2002). Produtividade da cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 543-546.
- Foresti, E.R., Nepomuceno, M.P., Alve, P.L.C.A. (2015). Simulação da deriva de clomazone e glyphosate em mudas de laranja 'Hamlin'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p.367-376.
- Gusmão, G.A., Rondon Neto, R.M., Yamashita, O.M. (2011). Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.1, p.13-19.
- Köppen, W. (1948) *Climatologia: com um estudo de los climas de la tierra Publications*. México: Ed. FCE. 104p.
- Langaro, A.C., Nohatto, M.A., Perboni, L.T., Tarouco, C.P., Agostinetto, D. (2014) Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas -*Revista Brasileira de Herbicidas*, v.13, n.1, p.40-46.
- Lemos, E.E.P. (2014). The production of annona fruits in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. SPE1, p. 77-85.
- Magalhães, P.C., Silva, J.B., Durães, F.O.M., Karam, D., Ribeiro, L.S. (2001). Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.19, n.2, p.247-253,
- Martins, T. (2013) Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. Londrina, v. 34, n. 2, p. 175-186.
- Moncada, A. (2012). Environmental fate of diuron. Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation, CA 95812-4015

- Oliveira Jr, R.S. (2011). Capítulo 7- Mecanismo de ação de herbicidas. In: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, p.141-192,
- Pereira, W.E., Siqueira, D.L., Martinez, C., Puiatti, M. (2000). Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. *Journal of Plant Physiology*, Oxford, v. 157, p. 513-520.
- Peron, A.P., Neves, G.Y.S., Valérico, N.C., Vicentini, V.E.P. (2003). Ação tóxica do herbicida paraquat sobre o homem. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 7, n. 3.
- Reis, L.A.C. (2013). Influência do glyphosate na anatomia e fisiologia de cultivares de café. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 75p.
- Rodrigues, B.N., Almeida, F.S. (1995). *Guia de herbicidas*. 3. ed. Londrina: IAPAR,
- Saeg. (2009). *System for Statistical Analyses*. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- Severino, L.S., Lucena, M., VALE, L., Cardoso, G., Beltrão, N. (2006). Herbicida diuron aplicado em pré-emergência e sobre as folhas da mamoneira. *In: congresso brasileiro de mamona* (Vol. 2).
- Sobrinho, R.B. (2010) Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil. 17<sup>a</sup> Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza-CE.
- Torres-Netto, A., Campostrini, E., Oliveira, J. G. D., Bressan-Smith, R.E. (2005) Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2): 199-209.
- Tuffi Santos, L.D., Ferreira, F. A., Meira, R.M.S.A., Barros, N.F., Ferreira, L.R., Machado, A.F.L. (2005) Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.133-142.
- Voltolini, G.B., Castanheira, D.T., Guimarães, R.J., Alcântara, E.N., Rezende, T.T., Paulino, R.N.L., Carneiro, A.H.C. (2015) Sintomas de fitotoxidez causados pela deriva do herbicida glyphosate em mudas de cafeeiro. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Curitiba-PR.
- Yamashita, O.M., Orsi, J.V.N., Resende, D.D., Mendonça, F. da S., Campos, O. R., Massaroto, J.A., Carvalho, M.A.C. de., Koga, P.S., Peres, W.M., Alberguini, A.L. (2013). Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. *Scientia Agraria Paranaensis – SAP Mal. Cdo. Rondon*, v. 12, n. 2, p.148-156.

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÕES

A Pinha (*Annona squamosa* L.) vem se mostrando bastante expressiva com relação ao seu consumo e produção. Dessa forma, é comum observar plantios comerciais dessa espécie, principalmente por pequenos produtores. No cultivo da Pinha, um dos pontos que deve ser levado em consideração é o manejo de plantas daninhas na área de produção, onde é comum observar o uso de produtos químicos. Os objetivos desse trabalho foram (i) avaliar o efeito da interferência de três espécies de plantas daninhas em diferentes densidades sobre a cultura Pinha; (ii) avaliar o efeito da deriva que os diferentes tratamentos com herbicidas podem causar nas plantas de Pinha. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, na Unidade de Apoio a Pesquisa da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). O primeiro, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, esquema fatorial 3x4, três espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis*, *Bidens pilosa* e *Cyperus rotundus*) em quatro densidades (0, 15, 30 e 45 plantas por vaso de 40L). Onde foram avaliados parâmetros morfológicos, fisiológicos e nutricionais das plantas de Pinha. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, no programa estatístico SAEG. A *D. horizontalis* (capim-colchão)

foi à espécie que mais influenciou no sistema radicular das plantas de Pinhas, à medida que aumentava as densidades de plantas. Com relação à área foliar e massa seca da parte aérea, as plantas que obtiveram as menores médias foram aquelas que estavam sob competição com espécie *B. pilosa* (picão-preto) nas densidades de 30 e 45 plantas por vasos. Em relação à fisiologia da planta, a Pinha foi mais afetada quando submetida em competição com a capim-colchão. À medida que se aumentava as densidades, as taxas fotossintéticas das plantas de Pinha diminuía. Com sessenta dias, pôde-se observar que à medida que se incrementou uma competição de 15 plantas por vaso de densidade das três espécies de daninhas, já ocorreu diminuição significativa para o Cálcio (Ca) da planta de Pinha. O segundo experimento também foi em delineamento experimental em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 5, sendo estes três herbicidas, cinco doses diferentes e quatro repetições. As avaliações foram realizadas aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias após a simulação da deriva (DASD). Sendo as seguintes avaliações: altura (cm) de planta da região do coleto até o ápice do meristema apical da muda; diâmetro da planta na base do coleto; número de folhas; teor de clorofila das folhas com auxílio de clorofilômetro SPAD; e determinação da fluorescência da clorofila (*a*). Posteriormente, todos os dados foram submetidos à análise descritiva (médias  $\pm$  desvio padrão), análises de variância (ANOVA) e análise de regressão. Os resultados obtidos não foram significativos para altura, diâmetro e número de folhas, no tratamento com o Glyphosate. O Paraquat ocasionou necrose no meristema apical e senescência das folhas, na dose de 30%, aos quatro dias após a aplicação. Foi observado o efeito do tratamento com 15% da dose comercial sob a eficiência fotoquímica das plantas. O Paraquat + Diuron resultou na perda total das folhas aos sete dias no tratamento com 60% da dose recomendada. E a eficiência fotoquímica foi reduzida com dois dias após a aplicação do tratamento com 30% da dose comercial. Conclui-se que as plantas de Pinha, no seu desenvolvimento inicial, é sensível a competição com a espécie *D.horizontalis*. E ao utilizar o controle químico os herbicidas Paraquat e Paraquat + Diuron, mesmo nas menores doses, apresentaram efeitos fisiológicos nas plantas de Pinha. Porém, aos 14 dias houve uma tendência a recuperação das plantas, que receberam o Paraquat + Diuron.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguiar, A.T.E., Gonçalves, C., Paterniani, M.E.A.G.Z., Tucci, M.L.S.A., Castro, C.E.F. (2014). *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. 7.<sup>a</sup> Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).
- Amarante, C.V.T., Steffens, C.A., Sangoi, L., Zanardi, O.Z., Miqueloto, A., Schweitzer, C. (2010). Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 39-50.
- Andrade, G.J.M., Rosolem, C.A. (2011) Absorção de manganês em soja RR sob efeito do glifosate *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. vol.35 n.3, Viçosa .
- Borges, C.C., Matos, T.F., Moreira, J., Rossato, A.E., Zanette, V.C., Amaral, P.A. (2013). *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): traditional use in a community of southern Brazil. *Revista brasileira de plantas medicinais*. vol.15 n.1 Botucatu.
- Catunda, M.G., Freitas, S.P., Oliveira, J.G., Silva, C.M.M. (2005). Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.115-121.
- Catunda, M.G. (2002). Manejo de plantas daninhas no abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.): fitotoxidez a herbicidas e efeitos da competição de plantas daninhas. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) / 59 f. : il.

- Centro de informações sobre o Paraquat. O café precisa de controle inteligente de plantas daninhas. (2013). Disponível em: <<http://paraquat.com/portugues/news-and-features/archives/o-caf%C3%A9-precisa-de-controle-inteligente-de-plantas-daninhas>> Acesso: 19/08/. 2015.
- Chaves, M.M. (1991) Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, 42:1-16.
- Christoffoleti, P.J., Branco, E.F., Coelho, J.V. G., Britva, M., Filho, B.G. (1998). Controle de plantas daninhas em *Pinus taeda* através do herbicida Imazapyr. Piracicaba/SP: IPEF, 11p. (Circular técnica, 187).
- Constantin, J. (2011). Métodos de manejo. In: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. 348p. Capítulo. 3 Curitiba, PR: ominipax.
- Constantin, J., Oliveira Jr, R.S. (2011) Misturas de herbicidas contendo Glyphosate: situação atual, perspectiva e possibilidades. In: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. 348p. Capítulo. 12 Curitiba, PR: ominipax.
- Cordeiro, M.C.R., Pinto, A.C.Q., Ramos, V.H.V. (2000). Cultivo da Pinha, fruta-do-conde ou ata no Brasil. Circular técnica / Embrapa Cerrado, n.9 Platina: Embrapa Cerrado.
- Costa, A.G.F., Velini, E.D., Rossi, C.V.S., Corrêa, M.R., Negrisoli E., Fiorini, M.V., Cordeiro, J.G.F., Silva, J.R.M. (2012). Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, n.1, p.62-70.
- Costa, S.L. da, Carvalho, A.J.C. de, Pessanha P.G.O., Monnerat, P.H., Marinho, C.S. (2002). Produtividade da cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 543-546.
- Daley, P.F., Raschke, K., Ball, J.Y., Berry, J.A. (1989). Topography of photosynthetic activity of leaves obtained from video images of chlorophyll fluorescence. *Plant Physiology*, v. 90, p. 1233-1238.
- Dias, A.C.R., Carvalho, S.J.P., Nicolai, M., Christoffoleti, P.J. (2007) Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. *Planta daninha*. vol.25 n°.3 Viçosa.
- Dias, N.O. (2003). Crescimento vegetativo, florescimento e frutificação da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de comprimento de ramos podados. Dissertação de mestrado (programa de pós graduação em agronomia) UESB. 65p.

- Dousseau, S., Alvarenga A.A., Santos, M. de O., Arantes, L. de O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensi* Alb. *Revista Brasileira de Biociências*, v.5, p.477-479, 2007
- Ferreira, E.A., Aspiazú, I., Galon, L., Concenco, G., Silva A.F., Reis, L.A.C. (2011). Características fisiológicas da soja em relação a espécies de plantas daninhas. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* V.5, N.1, p. 39.
- Ferreira, E.A., Matos, C.C., Barbosa, E.A., Melo, C.A.D., Silva, D.V., Santos, J.B. (2015). Aspectos fisiológicos de soja transgênica submetida à competição com plantas daninhas. *Conceço Revista Ciência Agraria*, v.58, n.2, p. 115-121.
- Ferreira, E.A., Silva E. de B., Carvalho, F.P. de, Silva D.V, Santos J.B. (2013) Crescimento e análise nutricional de plantas daninhas em competição com pinhão-mansão. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17;
- Fialho, C.M.T., Silva, A.A., Faria, A.T., Torres, L.G., Rocha, P.R.R. e Santos, J.B. (2012). Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 30, n.1, p. 65-73.
- Floss, E. (2008). *Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê*. Passo Fundo: UPF, 733 p.
- Foresti, E.R., Nepomuceno, M.P., Alve, P.L.C.A. (2015). Simulação da deriva de clomazone e glyphosate em mudas de laranjeira 'Hamlin'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p.367-376.
- Freitas, R.M.O. de, Tosta, M. da S., Nogueira, N.W., Soares, A.M., Dombroski, J.L.D. (2010). Doses de sulfato de potássio na condutância estomática de porta-enxertos de (*Annona squamosa* L.). *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.3, p. 17 – 23.
- Gonçalves, J.L.M., Mello, S.L.M. (2000). O sistema radicular das árvores. In: *Nutrição e fertilização de florestas*. Piracicaba: IPEF, p. 221-267.
- Gusmão, G.A., Rondon Neto, R.M., Yamashita, O.M. (2011). Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.1, p.13-19.
- Jackson, M.L. (1965) *Soilchemical analysis*. New Jersey: *Pretice Hall*, 498p.
- Jesus, S.V.D., Marengo, R.A. (2008) O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. *Acta Amazônica*, 38(4): 815 - 818.

- Kiill, L.H.P., Costa, J.G. da. (2003) Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 851-856.
- Kissmann, K.G. (1997) Plantas infestantes e nocivas - Tomo I: Plantas inferiores e monocotiledôneas. São Bernardo do Campo: BASF, 824 p.
- Köeppen, W. (1948) *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra Publications*. México: Ed. FCE. 104p.
- Lamego, F.P., Fleck, N.G., Bianchi, M.A., Vidal, R.A. (2005). Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja. Resposta de variáveis de crescimento. *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 405-414.
- Langaro, A.C., Nohatto, M.A., Perboni, L.T., Tarouco, C.P., Agostinetto, D. (2014) Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas -*Revista Brasileira de Herbicidas*, v.13, n.1, p.40-46
- Lemos, E.E.P. (2014). The production of annona fruits in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. SPE1, p. 77-85.
- Lorenzi H. (2014) Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.
- Lorenzi, H. (2008) Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquática, parasitas e tóxicas. 4. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 640 p.
- Magalhães Filho, J.R., Amaral, L.R., Machado, D.F.S.P., Medina, C.L., Machado, E.C. (2008.) Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira 'Valência' sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, Campinas, v.67, p.75-82.
- Magalhães, P.C., Silva, J.B., Durães, F.O.M., Karam, D., Ribeiro, L.S. (2001). Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.19, n.2, p.247-253,
- Manica, I. (1997) Taxonomia, Morfologia e anatomia. In: São José, A.R., Souza, I.V.B., Morais, O.M., Rebouças, T.N.H. Anonáceas, produção e mercado (Pinha, Graviola, Atemóia e Cherimólia). Vitoria da Conquista, BA: DFZ/UESB. 20-35p.
- Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2008) *Pinha: Informações básicas*. Niterói: PESAGRO-RIO. 26p. (PESAGRO-RIO Informe técnico, 41).
- Martins, T. (2013) Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. Londrina, v. 34, n. 2, p. 175-186.

- Meirelles, L.R., Rupp, L.C.D. (2005) *Agricultura ecológica: princípios básicos*. Cartilha do Centro Ecológico de Ipê, 76p.
- Mesquita, H.C.D., Rodrigues, A.P., Mendonça Júnior, A.F.D. (2012). Riscos toxicológicos do herbicida glyphosate. *ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido*.v.07, n 2 p. 01 – 05.
- Minolta Camera Co., Ltda. (1989). Manual for chlorophyll meter SPAD 502. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 22p.
- Moncada, A. (2012). Environmental fate of diuron. Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation, CA 95812-4015
- Mosca, J.L., Cavalcante C.E.B., Dantas, T.M. (2006). Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação. Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 106. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 28 p.
- Nogueira, A.S. (2002) Influência de épocas de poda e métodos de polinização na cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) no Norte do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) / 54 f.: il.
- Nunes, R.L.C., Dias, N.S., Lima, M.V.S., Almeida, J.P.N., Costa, J.M. (2012). Produção de mudas de pinha (*Annona squamosa* L.) utilizando água de rejeito salino. *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil) v.7, n.1, p. 01
- Oliveira Jr, R.S. (2011a). Capítulo 6- Introdução ao controle químico *in*: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e Manejo de plantas daninhas*, Curitiba: Omnipax, p.125-140.
- Oliveira Jr, R.S. (2011b). Capítulo 7- Mecanismo de ação de herbicidas. *In*: Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax, p.141-192,
- Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Inoue, M.H. (2011) *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, PR: Omnipax, 348p. CDD. 22.ed. 632.96
- Panozzo, L.E. Agostinetto, D., Galon, L., Moraes, P.V.D., Pinto, J.J.O., Neves, R. (2009). Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz irrigado. *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 165-174.
- Pereira, W.E., Siqueira, D.L., Martinez, C., Puiatti, M. (2000). Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. *Journal of Plant Physiology*, Oxford, v. 157, p. 513-520,
- Peron, A.P., Neves, G.Y. S., Valérico, N.C., Vicentini, V.E.P. (2003). Ação tóxica do herbicida paraquat sobre o homem. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 7, n. 3.

- Peters, J.B. (2005). *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Ponciano, N.J., Souza, P.M., Mata, H.T.C., Vieira, J.R., Morgado, I.F. (2004) Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 4, p. 615-635.
- Reis, L.A.C. (2013). Influência do glyphosate na anatomia e fisiologia de cultivares de café. 2013. 75p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.
- Rocha, M.C., Miranda, G.V., Vasconcelos, M.J.V., Magalhães, P.C., Carvalho Júnior, G.A., Silva, L.A., Soares, M.O., Cantão, F.R.O., Rodrigues, F., Schaffert, R.E. (2010). Caracterização da morfologia radicular de genótipos contrastantes de sorgo em baixo e alto níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n.1, p. 65-78.
- Rocha, P.R.R., Faria, A.T., Silva, G.S., Queiroz, M.E.L.R., Guimarães, F.C.N., Tironi, S. P., Galon, L., Silva A.A. (2013). Meia-vida do diuron em solos com diferentes atributos físicos e químicos. *Ciência Rural*. vol.43 n.11 Santa Maria Nov.
- Rodrigues, B.N.; Almeida, F.S. (1995). *Guia de herbicidas*. 3. ed. Londrina: IAPAR,
- Rodrigues, B.N., Almeida, F.S. (2005) *Guia de herbicidas*. 5.ed. Londrina, 275-288p.
- Rodrigues, B.N., Almeida, F.S. (2011). *Guia de Herbicidas* 6. ed. Londrina, 244-254p. Edição dos autores, 697p.
- Ronchi, C.P., Terra, A.A., Silva, A.A., Ferreira, L.R. (2003) Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. *Planta daninha*, v. 21, n. 2, p. 219-227.
- Saeg. (2009). *System for Statistical Analyses*. Arthur Bernardes Foundation: UFV, Viçosa - MG.
- São José, A.R., Pires, M.D.M., De Freitas, A.L.G.E., Ribeiro, D.P., Perez, L.A.A. (2014a). Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. Palestra Anonáceas - V Congresso Internacional - Encontro Brasileiro sobre Annonaceae: do gene à exportação. Botucatu-SP. v 36, edição especial, p. 086-093.

- São José, A.R., Prado, N.B., Bom fim, M.P., Rebouças, T.N.H., Mendes, H.T.A. (2014b). Marcha de absorção de nutrientes em anonáceas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. vol.36 n. Jaboticabal
- Scaloppi Junior, E.J., Martins, A.B.G. (2014). Estaquia em Anonas. *Revista Brasileira de Fruticultura*. vol.36 no. spe1 Jaboticabal
- Serra, A.P., Marchetti, M.E., Candido, A.C. da S., Dias, A.C.R., Christoffoleti, P.J. (2011). Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.1, p.77-84.
- Serra, A., Domingos, F., Prata, M.M. (2003) Intoxicação por Paraquat. *Acta Médica Portuguesa*, Lisboa, v. 16, p. 25-32.
- Severino, L.S., Lucena, M., VALE, L., Cardoso, G., Beltrão, N. (2006). Herbicida diuron aplicado em pré-emergência e sobre as folhas da mamoneira. *In: congresso brasileiro de mamona (Vol. 2)*.
- Sfarming. (2017). Pinha e Ateemoia são alvos de larvas desfolhadoras em Minas Gerais. SF. Agro. Disponível em: < <http://sfagro.uol.com.br/pinha-e-atoemoia-sao-alvos-de-larvas-desfolhadoras-em-minas-gerais/>> Acesso em: 25/05/2017.
- Silva, M.S., Cocenza, D.S., Melo, N.F.S., Grillo, R., Rosa A.H., Fraceto, L.F. (2010). Nanopartículas de alginato como sistema de liberação para o herbicida clomazone. *Química Nova* vol.33 no. 9 São Paulo.
- Silveira, H.R.O., Ferraz, E.O., Matos, C.C., Alvarenga, I.C.A., Guilherme, D.O., Tuffi Santos, L.D., Martins, E.R. (2010) Alelopatia e homeopatia no manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). *Planta daninha*. vol.28 n°3 Viçosa.
- Sobrinho, R.B. (2010) Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil. 17ª Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza-CE.
- Souza, F.T.C., Rabêlo, T.C.B., dos Santos, L.K.F., dos Santos, E.R., da Silva, J.C. (2015). Prospecção científica e tecnológica referente à pinha (*Annona squamosa* L.). *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 8, n. 4, p. 817-827
- Souza, L.S., Velini, E.D., Maimoni-Rodella, R.C.S., Martins, D. (1999). Teores de macro e micronutrientes e a relação C/N de várias espécies de plantas daninhas. *Revista de Planta Daninha*, v.17, n.1.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2013). Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 954 p.
- Torres-Netto, A., Campostrini, E., Oliveira, J. G. D., Bressan-Smith, R.E. (2005) Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104(2): 199-209.

- Tuffi Santos, L.D., Ferreira, F.A., Meira, R.M.S.A., Barros, N.F., Ferreira, L.R., Machado, A.F.L. (2005) Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. *Planta Daninha*, v.23, n.1, p.133-142.
- Turner, N.C., Schulze E.D., Gollan, T. (1985).The response of stomata and leaf gas exchange to vapor pressure and soil water content. II. In the mesophytic herbaceous species *Helianthus annuus*. *Oecologia*, Berlin, 65:348-355.
- Valcarcel, R., Valente, F.D.W., Morokawa, M.J., Neto, F.V.C., Pereira, C.R. (2007). Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies *Revista Árvore* v.31 n. 5.
- Vargas, L. Roman, E.S. (2003). Controle de Plantas Daninhas em Pomares. *Circular técnica* 47. Bento Gonçalves, RS. Julho.
- Vargas, L., Bianchi, M.A., Rizzardi, M.A., Agostinetto, D., Dal Magro, T., (2007) Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região Sul do Brasil. *Planta Daninha*, v. 25, n. 3, p. 573-578.
- Vargas, L., de Oliveira, O.L.P. (2013). Manejo de plantas daninhas em fruticultura sob sistema de produção convencional, integrada e orgânica. EMBRAPA – CNPUV.
- Voltolini, G.B., Castanheira, D.T., Guimarães, R.J., Alcântara, E.N., Rezende, T.T., Paulino, R.N.L., Carneiro, A.H.C. (2015) Sintomas de fitotoxidez causados pela deriva do herbicida glyphosate em mudas de cafeeiro. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil 24 a 26 de junho, Curitiba – PR
- Wagner Júnior, A., Tuffi Santos, L.D., Santos, C.E.M., Silva, J.O.C., Pimentel, L.D., Bruckner, C.H., Ferreira, F.A. (2008). Deriva simulada de formulações comerciais de glyphosate sobre maracujazeiro amarelo. *Planta daninha* vol. 26 n.3 Viçosa.
- Yamada, T., Castro, P.R.C. (2007). Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônomicas. *Encarte de informações agronômicas* Nº 119
- Yamashita, O.M., Guimarães, S.C. (2006). Deriva simulada de glyphosate em algodoeiro: efeito de dose, cultivar e estágio de desenvolvimento. *Planta Daninha*, v.24, n.4, p.821-826.
- Yamashita, O.M., Orsi, J.V.N., Resende, D.D., Mendonça, F. da S., Campos, O.R., Massaroto, J.A., Carvalho, M.A.C. de., Koga, P.S., Peres, W.M., Alberguini, A.L. (2013). Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. *Scientia Agraria Paranaensis – SAP* Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 2, p.148-156.

## 6. APÉNDICES

Tabela 1A. Tratamentos aplicados no experimento: Efeito da deriva de herbicidas em plantas de Pinha (*Annona squamosa* L.).

Tratamentos	Glyphosate Roundup®	Paraquat Gramoxone®	Paraquat + Diuron Gramocil®	ADESIL
%	g ha <sup>-1</sup> e.a.			mL ha <sup>-1</sup>
0	0	0	0	0
15	111	60	90	30
30	222	120	180	60
45	333	180	270	90
60	444	240	360	120

Tabela 2A. Quadro de Anova das variáveis: área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), e massa seca de raiz (MSR) de *Annona squamosa* L. sob efeito da deriva de herbicidas com diferentes doses.

FV	GL	AF (cm)		MSPA (g)		MSR	
		QM	F	QM	F	QM	F
Herbicida (H)	2	176261,40	11,22**	0,67	0,26 <sup>ns</sup>	1,02	1,64 <sup>ns</sup>
Dose (D)	4	242550,50	15,45**	11,43	4,41**	0,84	1,34 <sup>ns</sup>
HXD	8	76919,47	4,90**	2,48	0,95 <sup>ns</sup>	0,45	0,72 <sup>ns</sup>
Bloco	8	7624,26	7624,27 <sup>ns</sup>	1,89	0,73 <sup>ns</sup>	0,18	0,29 <sup>ns</sup>
Resíduo	3	15701,74		2,59		0,62	
C.V.(%)=		34,99		37,36		41,98	

\*\*Efeito significativo segundo o Teste F (P<0,05), <sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 3A. Quadro de Anova das variáveis altura (ALT), diâmetro (DIA), número de folhas (NF), índice (SPAD) e rendimento quântico máximo do fotossistema II (Fv/Fm) de *Annona squamosa* L. sob efeito da deriva de herbicidas com diferentes doses.

FV	GL	ALT (cm)		DIA (mm)		NF		SPAD		Fv/Fm	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Herbicida (H)	2	673,83	19,29**	4,62	8,66**	93,01	10,87**	279,46	14,55**	0,39	23,97**
Dose (D)	4	309,65	8,86**	2,60	4,89**	208,82	24,40**	276,57	14,40**	0,19	11,28**
Tempo (T)	5	257,22	7,36**	4,74	8,89**	380,78	44,50**	592,83	30,88**	0,37	22,07**
HXD	8	102,89	2,94**	2,86	5,36**	64,04	7,48**	58,91	3,07**	0,05	3,29**
HxT	10	5,40	0,15 <sup>ns</sup>	0,16	0,29 <sup>ns</sup>	52,14	6,09**	95,56	4,98**	0,07	4,26**
DxT	20	15,17	0,43 <sup>ns</sup>	0,12	0,22 <sup>ns</sup>	42,99	5,02**	86,54	4,51**	0,03	2,03**
Bloco	3	20,74	0,59 <sup>ns</sup>	1,80	3,38*	22,05	2,58*	12,03	0,62 <sup>ns</sup>	0,02	0,98 <sup>ns</sup>
Resíduo		34,93		0,53		8,56		19,20		0,02	
C.V.(%)=		16,76		11,89		20,74		11,55		18,95	

\*\*Efeito significativo segundo o Teste F (P<0,05), <sup>ns</sup> Não significativo.

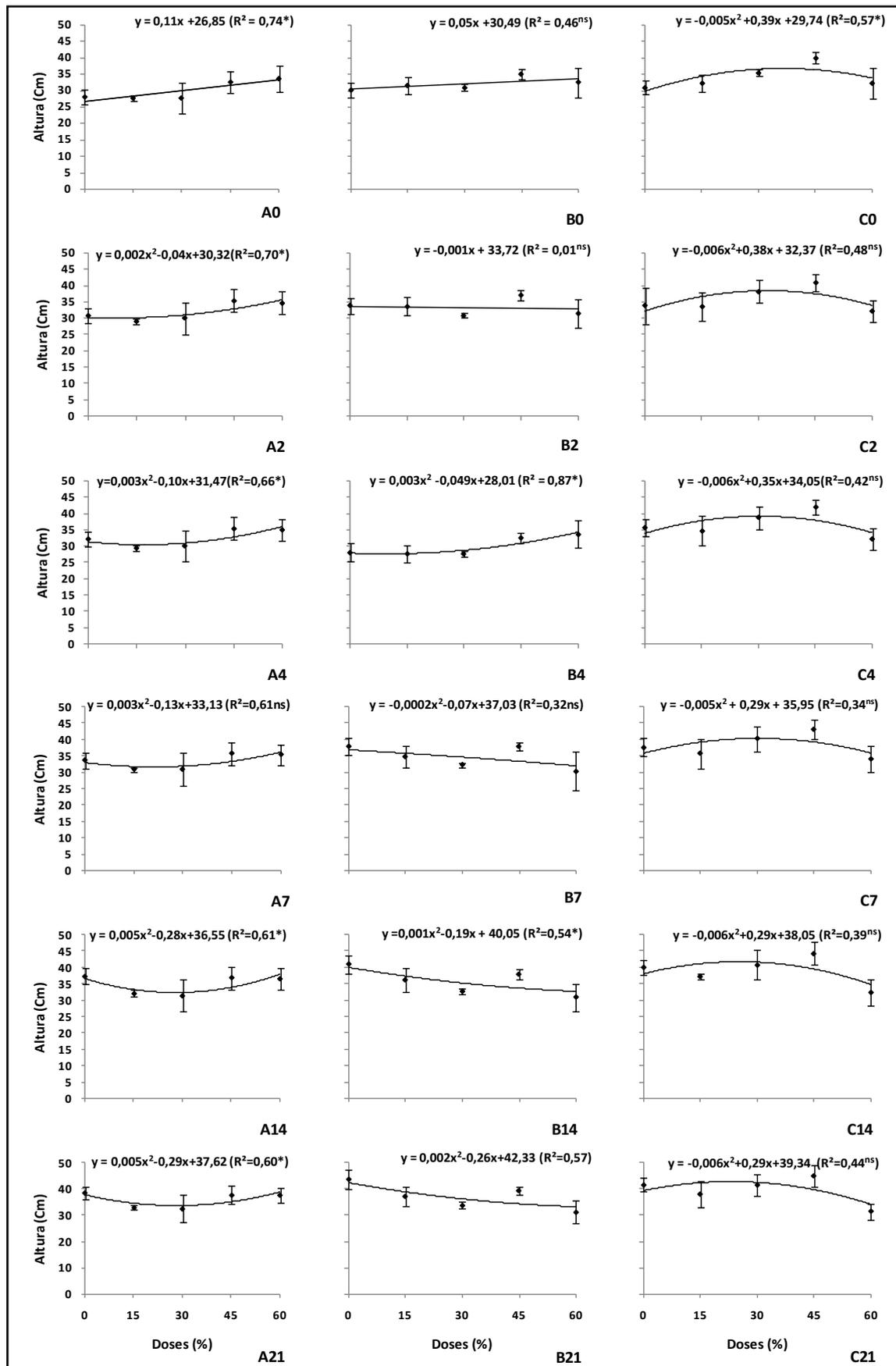


Figura 1A. Análise de regressão para Altura das plantas de Pinhas quando submetidas a sub doses (0, 15, 30, 45 e 60%), dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron (A, B e C respectivamente) aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias.

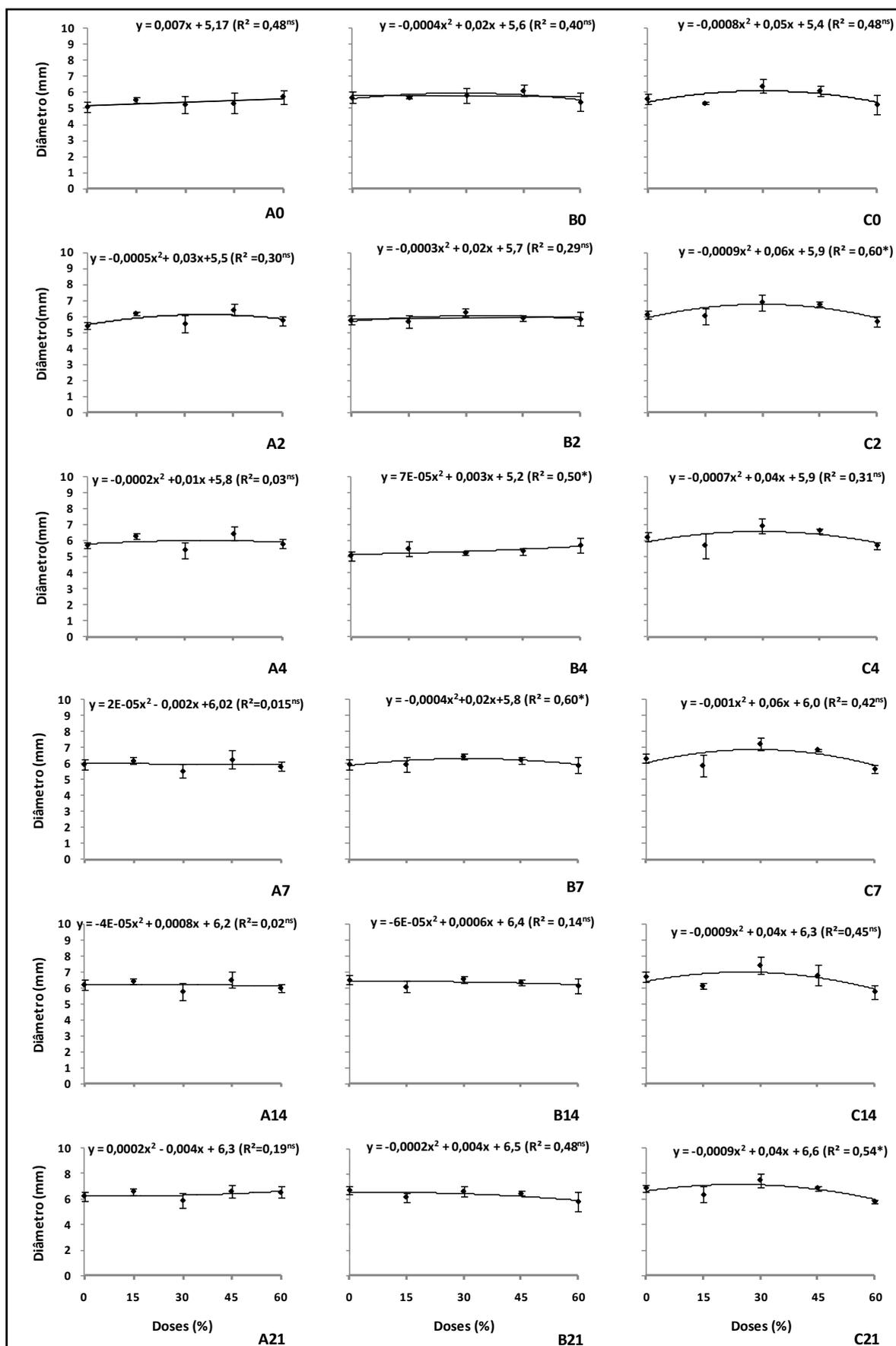


Figura 2A. Análise de regressão para Diâmetro das plantas de Pinhas quando submetidas a sub doses (0, 15, 30, 45 e 60%), dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron (A, B e C respectivamente) aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias.

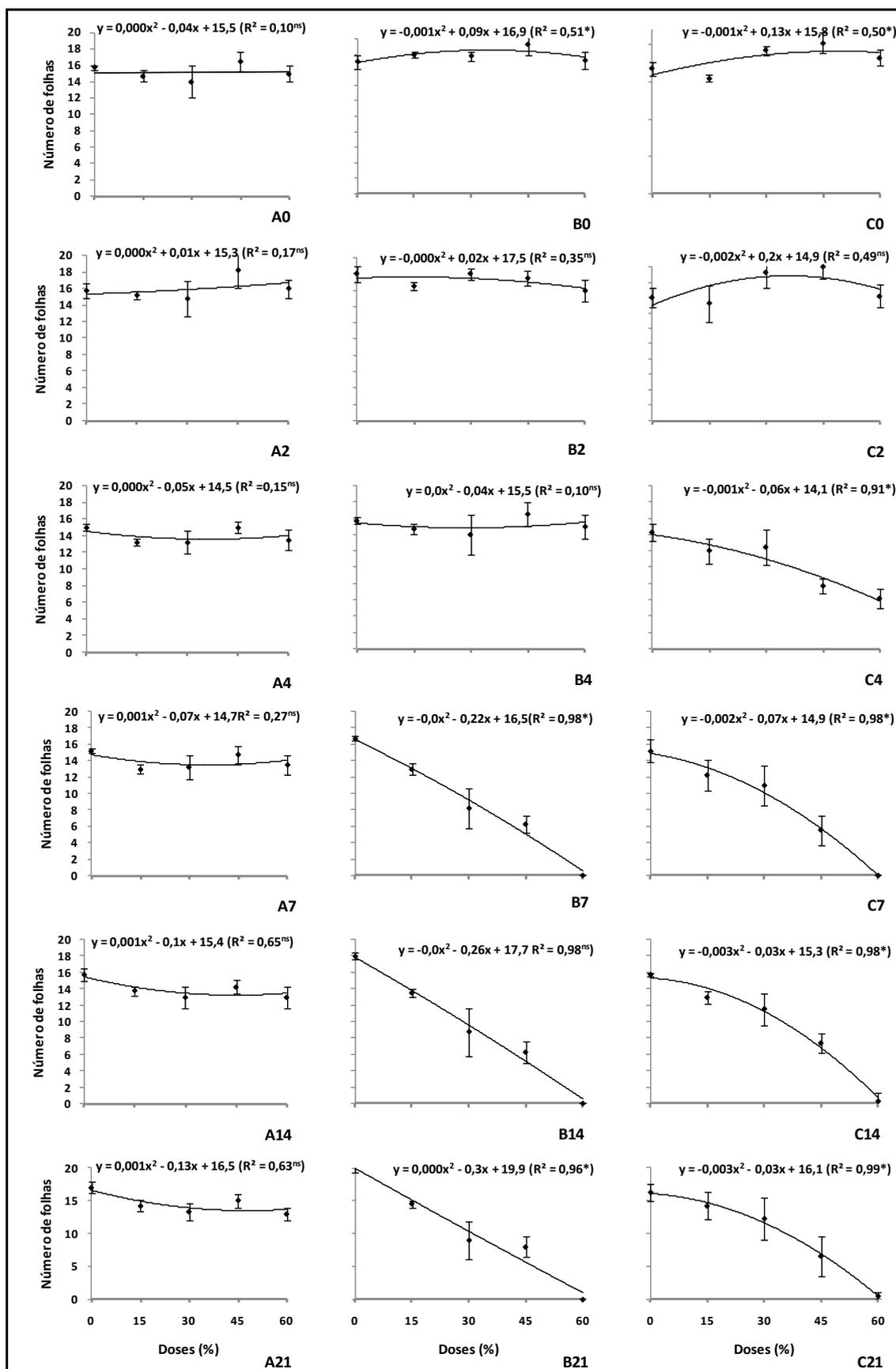


Figura 3A. Análise de regressão para número de folhas das plantas de Pinhas quando submetidas a sub doses (0, 15, 30, 45 e 60%), dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron (A, B e C respectivamente) aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias.

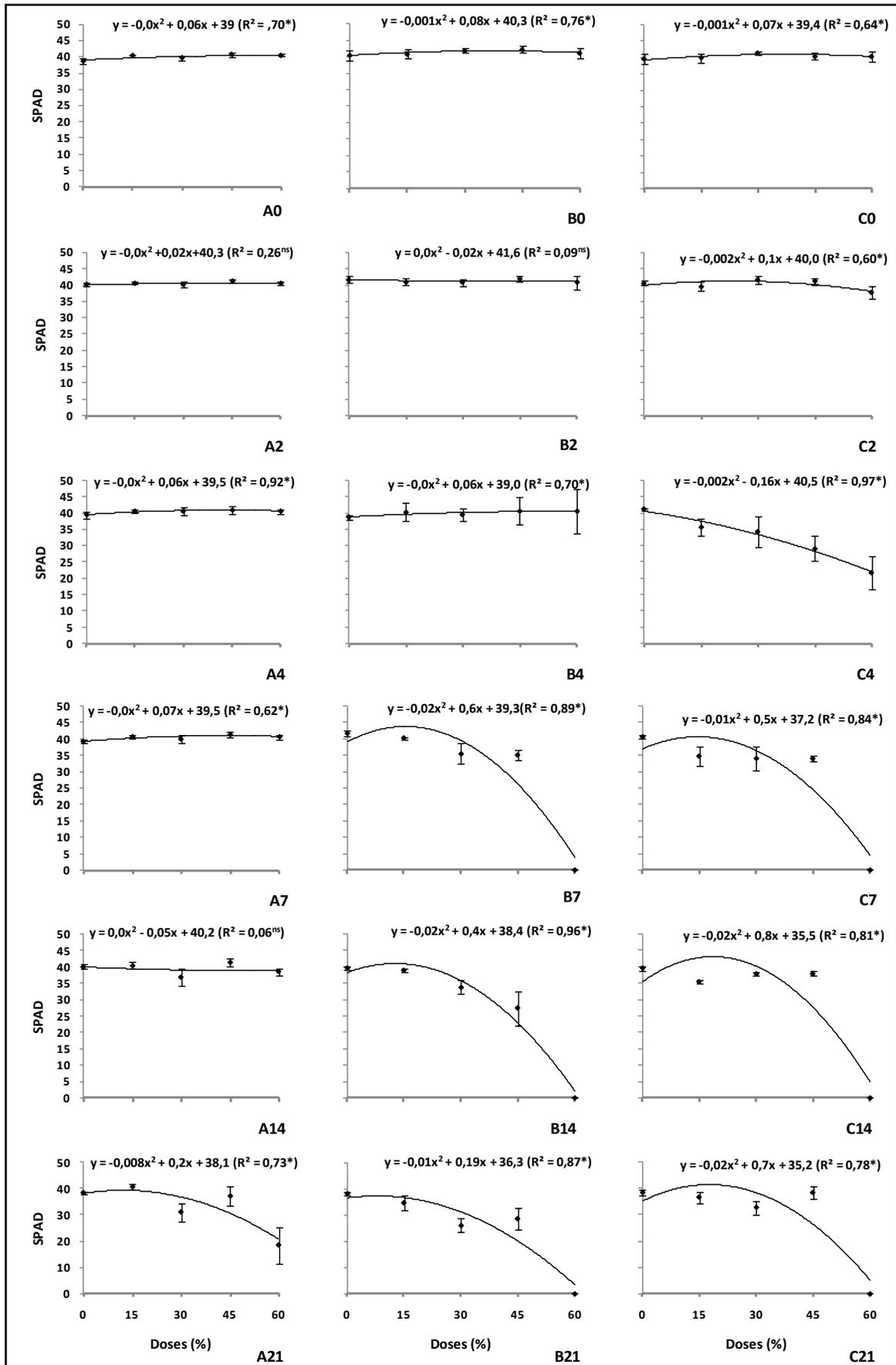


Figura 4A. Análise de regressão para SPAD das plantas de Pinhas quando submetidas a sub doses (0, 15, 30, 45 e 60%), dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron (A, B e C respectivamente) aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias.

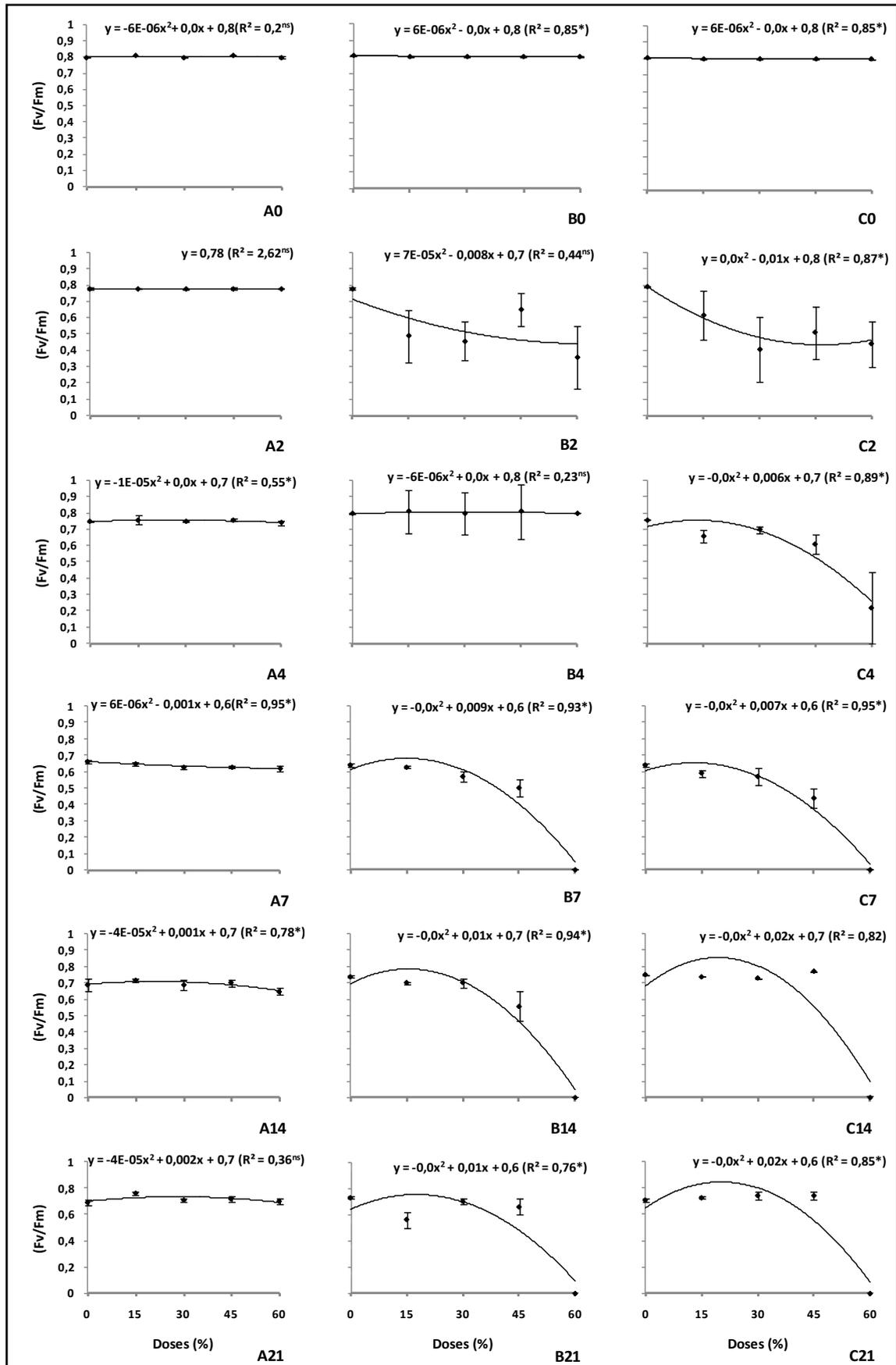


Figura 5A. Análise de regressão para  $(F_v/F_m)$  das plantas de Pinhas quando submetidas a sub doses (0, 15, 30, 45 e 60%), dos herbicidas Glyphosate, Paraquat e Paraquat + Diuron (A, B e C respectivamente) aos 0, 2, 4, 7, 14 e 21 dias.