

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA

CURSO DE AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SUBDOSES DE 2,4-D NO
CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO.**

Acadêmico: Rafael Lopes de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

Cassilândia-MS

Junho/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA

CURSO DE AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SUBDOSES DE 2,4-D NO
CRESCIMENTO INICIAL DO ALGODOEIRO.**

Acadêmico: Rafael Lopes de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS

Junho /2016

Folha de aprovação

EPÍGRAFE

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

Roberto Shinyashiki

DEDICATORIA

À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deu em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, seu exemplo tornou este sonho realidade, sua falta tornou-se motivação e esforço para mim me dando segurança e certeza que não estou sozinho nessa caminhada. Também dedico este trabalho a minha companheira Caroline Astolfo, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, sempre apoiando nos momentos de dificuldades, aos meus sogros Marilda Geralda do Carmo, e Antônio Carlos Astolfo que sempre tiveram a paciência de me ouvir em momentos de dificuldade e permitiram que eu jamais desistisse diante as dificuldades encontradas ao longo deste caminho, ao meu orientar Tiago Zoz a qual aprendi a admirar e respeitar, pela paciência que teve em todos os momentos, pelo incentivo, apoio e dedicação durante o curso, não consigo colocar em palavras o quão sou grato, obrigado a paciência, apoio, compreensão e amizade, Saiba que esse trabalho em grande parte também é mérito teu.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por manter meu foco durante todos esses anos por me proporcionar saúde e paz para seguir meu caminho e concluir este trabalho, ao meu orientar Tiago Zoz e toda sua equipe de trabalho, André Zoz, Jardel Zoz, ao professor Fábio Steiner, aos amigos Paulo Antônio, Paulo Henrique “Mulambo”, Willams Barbosa e muitos outros que participaram de forma direta e indireta neste trabalho ajudaram para que meu sonho se tornasse realidade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Localização e caracterização experimental	3
2.2 Delineamento experimental	4
2.3 Implantação e condução do experimento	4
2.4 Características avaliadas	4
2.5 Análise estatística	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4. CONCLUSÕES:	10
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 - 20 cm antes da implantação do experimento. Cassilândia-MS. 2016.....	4
Tabela 2. Porcentagem de emergência (EMER), tempo médio de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE), altura (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e número de folhas por planta (NFOL) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com diferentes concentrações de 2,4-D.....	7
Tabela 3. Teor de clorofila (CLOR), número de nós por planta (NNÓS), volume radicular (VRAD), massa seca de raiz (MSR) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com diferentes concentrações de 2,4-D	8
Tabela 4. Massa seca do caule (MSC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com diferentes concentrações de 2,4-D	9
Tabela 5. Razão raiz parte aérea (RPAR), razão de área foliar Massa seca do caule (MSC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com diferentes concentrações de 2,4-D.....	10

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de subdoses de 2,4-D via tratamento de sementes no crescimento inicial do sistema radicular de plantas de algodão. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Cassilândia-MS. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x 5 com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois cultivares de algodão (FM 966 e FMT 707). O segundo fator foi composto pela aplicação via semente de cinco doses de 2,4-D (0,0, 1,0, 10,0, 100,0 e 1000,0 mg i.a. L⁻¹). Cada parcela experimental foi constituída por um vaso com volume de cinco litros preenchido com solo. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias relativas às doses de 2,4-D foram comparadas pelo teste t (LSD) e as médias dos cultivares foram comparadas pelo teste F. O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D até 1000 mg i.a. L⁻¹ não influenciou o crescimento inicial do sistema radicular e parte aérea de plantas de algodão. O tratamento de sementes com a subdose de 1000 mg i.a. L⁻¹ de 2,4-D reduz a porcentagem e a velocidade de emergência de plantas de algodão. A subdose de 10 mg i.a. L⁻¹ resulta em folhas de menor espessura.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., auxina, fitohormônio, comprimento de raiz.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of application of doses of 2,4-D via seed treatment in the initial growth of the root system of cotton plants. The experiment was conducted under greenhouse conditions at the State University of Mato Grosso do Sul, in Cassilândia-MS. The experimental design was randomized blocks in factorial 2x10 with four replications. The first factor was composed of two cotton cultivars (FM 966 and FMT 707). The second factor consists of the application via five doses of 2,4-D kernel (0.0, 1.0, 10.0, 100.0 and 1000.0 mg a.i. L⁻¹). Each experimental plot consisted of a vase with a volume of five liters filled with soil. The data were subjected to analysis of variance and the significance of the mean squares obtained in the analysis of variance will be tested by F test at 5% probability. The averages for the 2,4-D doses were compared by t test (LSD) and the means of cultivars were compared by F test. Seed treatment with subdoses of 2,4-D below 1000 mg e.a. L⁻¹ would not influence the initial growth of roots and shoots of cotton plants. Seed treatment with subdose of 1,000 mg e.a. L⁻¹ of 2,4-D reduces the percentage and rate of emergence of cotton plants. The subdose 10 mg e.a. L⁻¹ results in thinner sheets.

Key-words: *Gossypium hirsutum* L., auxin, phytohormone, root length.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do sistema radicular é controlado por fatores genéticos, entretanto, existem os fatores relacionados ao solo que podem afetar o seu desenvolvimento, e estes são divididos em fatores químicos, como nutrientes e elementos tóxicos, e fatores físicos, como densidade do solo, disponibilidade hídrica e estruturação (ROSOLEM, 1995). O crescimento do sistema radicular também é influenciado por outros fatores como por exemplo: temperatura, umidade, aeração, disponibilidade de nutrientes, estresse hídrico e práticas culturais (FAGERIA; STONE, 1999).

O crescimento do sistema radicular ocorre quando as células do meristema sofrem divisão e alongamento devido à pressão de turgor nas células, que é a força direcional para se sobrepor as resistências externas (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Também deve-se ressaltar que as raízes apresentam flexibilidade, são lubrificadas e podem alterar a direção de crescimento para ultrapassar obstáculos, como agregados ou estruturas mais adensadas (VEPRASKAS, 1994).

A habilidade das plantas em explorar o solo em busca de água e nutrientes, depende da distribuição do seu sistema radicular no perfil do solo que, por sua vez, depende das condições físicas e químicas, as quais são passíveis de alterações em função do manejo utilizado (ALVARENGA; CRUZ, 2003). Neste sentido, o plantio convencional, realizado de maneira repetitiva e inadequada, é responsável pela degradação da estrutura do solo, cuja importância, do ponto de vista do desenvolvimento radicular, associa-se à estabilidade, continuidade e distribuição dos poros e à porosidade total (LAL, 1993).

O impedimento mecânico como por exemplo a compactação do solo pode promover redução na taxa de alongação celular (BENGOUGH; MULLINS, 1990), em função da ausência quase completa de poros nas estruturas compactadas (TAVARES FILHO et al., 1999).

De maneira geral, o alongamento das raízes só é possível quando a pressão de crescimento das raízes for maior que a resistência mecânica do solo à penetração (PASSIOURA, 1991). A resistência à penetração é um dos atributos físicos do solo que influencia o crescimento das raízes e serve como base para avaliação dos efeitos

dos sistemas de manejo do solo sobre o desenvolvimento radicular (TORMENA; ROLOFF, 1996).

A absorção de nutrientes também pode ser limitada tanto pelo menor crescimento do sistema radicular como pela redução da atividade radicular causada por fatores físicos e químicos do solo (CARVALHO et al., 2001).

Outro fator que deve ser ressaltado, é que tolerância à deficiência hídrica está relacionada com a arquitetura, extensão e com a condutividade hidráulica do sistema radicular (PINHEIRO et al., 2005). Essas características são importantes para a maior absorção de água do solo pela planta, mantendo o potencial da água nas folhas alto, maior turgescência celular e maior eficiência fotossintética (MEDINA et al., 1998). Pinheiro et al. (2005), destacaram que para a cultura do café a tolerância à deficiência hídrica está relacionada ao controle estomático e à profundidade das raízes.

A arquitetura radicular e sua capacidade de exploração das camadas mais profundas e úmidas do solo, juntamente com maior razão entre a raiz e parte aérea, são características importantes de escape das estiagens (REIS et al., 1996).

A continuidade do crescimento radicular, sob condições de menor disponibilidade hídrica, depende da manutenção de uma pressão de turgor mínima nas células, que seja suficiente para permitir o alongamento da parede celular e o crescimento celular (HSIAO; XU, 2000). Quando o potencial da água é reduzido nas raízes, verifica-se em várias espécies um rápido ajuste osmótico, auxiliando o restabelecimento da pressão de turgor e permitindo a manutenção do alongamento celular, entretanto, o ajuste osmótico nas folhas ocorre mais lentamente, levando à diminuição ou à paralização da extensão das paredes celulares e ao menor crescimento da parte aérea (HSIAO; XU, 2000).

O conhecimento sobre a quantidade e distribuição das raízes é importante para a produção agrícola por fornecer informações úteis às práticas de manejo, como espaçamento de plantio, culturas intercalares, manejo do solo, irrigação e, principalmente, a otimização da distribuição de adubos (NEVES et al., 2001).

O sistema radicular do algodoeiro cresce em comprimento até a época de pleno florescimento (NAYAKEKORALA; TAYLOR, 1990), ocorrendo, após esse período, somente incremento na matéria seca das raízes. Por isso, trata-se de um sistema radicular pouco volumoso, que explora pobremente certas camadas de solo (BROUNDE; CASSMAN, 1990).

A tempo existe uma polêmica em torno da proibição ou limitação do uso do herbicida 2,4-D em função dos problemas que podem ocorrer pela deriva do produto. No entanto, sabe-se que o 2,4-D é um fitohormônio, e que em pequenas doses pode promover efeitos positivos nas plantas, principalmente relacionados ao desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, resultados relacionados a esse tema são ainda escassos.

Este trabalho baseia-se na hipótese de que a aplicação de subdoses de 2,4-D pode influenciar positivamente o desenvolvimento do sistema radicular de plantas de algodão, resultando em melhor crescimento inicial da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de subdoses de 2,4-D no crescimento inicial do sistema radicular e parte aérea de plantas de algodão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização experimental

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido na estação experimental Agronômica da Universidade estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), em Cassilândia-MS (longitude 51°48` O, latitude 19°05` S e altitude média de 470 m, no período de Abril a Maio de 2016.

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com volume de 5,0 dm³ preenchidos com solo coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade. O solo utilizado é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2006) de textura arenosa (95 g kg⁻¹ de argila, 50 g kg⁻¹ de silte e 855 g kg⁻¹ de areia).

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo de 0 – 20 cm de profundidade, que foram enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) para a realização das análises químicas, seguindo metodologia proposta por Raij et al. (2001). Os resultados da análise química do solo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 - 20 cm antes da implantação do experimento. Cassilândia-MS. 2016

pH	P _{resina} mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	Al+H	SB	CTC	V%	S-SO ₄ mg dm ⁻³
5,2	2,0	14,0	1,7	10,0	7,0	0,0	22,0	18,7	40,7	46,0	2,0
m		B		Cu		Fe		Mn			Zn
%						mg dm ⁻³					
0,0		0,08		0,60		8,00		5,70			0,30

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois cultivares de algodão (FM 966 e FMT 707). O segundo fator foi composto por cinco doses de 2,4-D, aplicados como tratamento de sementes (0, 1, 10, 100, e 1000, mg i.a. L⁻¹).

Como fonte de 2,4-D utilizou-se o herbicida DMA[®]806 BR da empresa Dow AgroSciences Industrial Ltda. o qual contém 806 g L⁻¹ de sal dimetilamina.

2.3 Implantação e condução do experimento

Antes da semeadura os vasos foram irrigados de modo que o solo atingisse a capacidade de campo. A semeadura do algodão foi realizada colocando-se 10 sementes por vaso a profundidade de 3,0 cm. Após a estabilização do estande foi realizado o desbaste deixando-se apenas uma planta por vaso.

Para adubação, aos 15 DAE foram aplicados 150 mg dm⁻³ de nitrogênio na forma de ureia, 300 mg dm⁻³ de fósforo na forma de superfosfato simples e 150 mg dm⁻³ de potássio na forma de cloreto de potássio. Antes da aplicação, as fontes foram diluídas em água e então aplicadas. Como irrigação, padronizou-se para todas as culturas a aplicação diária de 180 mL de água por vaso. Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com a recomendação para a cultura.

2.4 Características avaliadas

Após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações:

- Emergência de plântulas (%): Obtida por contagem das plântulas emergidas após a estabilização do estande.

- Tempo médio de emergência (TME): registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas, até a estabilização da emergência, e este foi calculado pela fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958): $TME = (N_1G_1 + N_2G_2 + \dots + N_nG_n) / (G_1 + G_2 + \dots + G_n)$, onde G_1, G_2, \dots, G_n : número de plântulas emergidas no dia da observação, e N_1, N_2, \dots, N_n : número de dias contados desde o dia da sementeira, até o dia da observação.

- Índice de velocidade de emergência (IVE): obtido registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas, até a estabilização da emergência, e este foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$, onde $E1, E2, \dots, En$ = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. $N1, N2, \dots, Nn$ = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Ao final do experimento, aos 45 dias após a sementeira, foram realizadas as seguintes avaliações:

- Diâmetro de caule (mm): obtido com paquímetro digital no primeiro entrenó.

- Altura de planta (cm): foi definido como sendo a distância do nível do solo até o ápice do dossel da planta.

- Número total de folhas expandidas por planta: obtido por contagem.

- Índice relativo de clorofila: obtido com medidor portátil SPAD. Foram realizadas quatro leituras em cada planta.

- Massa de matéria seca ($g\ planta^{-1}$): definida como o seu peso, expresso em gramas para cada órgão em separado, isto é, de raízes (MSR), colmos (MSC) e lâminas foliares (MSF). A massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) correspondeu à massa seca das lâminas foliares somada à massa seca dos colmos. A massa de matéria seca total (MST) correspondeu à soma das massas de todos os órgãos existentes.

- Volume do sistema radicular ($cm^3\ planta^{-1}$): as raízes foram lavadas e imersas em uma proveta com volume de água conhecido, sendo o volume de água deslocado, o volume do sistema radicular.

- Área foliar ($dm^2\ planta^{-1}$): foi definida pelo método dos discos foliares, utilizando-se um vazador com área conhecida. Foram destacados discos foliares das porções basal, mediana e apical do limbo foliar. Através da área conhecida dos discos

foliares destacados, do peso dos mesmos e do peso da folha, tomados através de uma balança analítica, após secagem em estufa de ventilação forçada, por 72 horas à 65°C, foi estimada a área foliar total.

- Densidade do sistema radicular (g cm^{-3}): obtida pela divisão da massa seca do sistema radicular (MSR) pelo volume do sistema radicular (VOL), conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Densidade do sistema radicular} = \frac{\text{MSR}}{\text{VOL}}$$

- Razão de área foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$): expressa a área foliar útil para fotossíntese (BENINCASA, 2003) e foi obtida a partir dos valores instantâneos de área foliar (AF), área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2 , e massa seca total (MST), resultado da fotossíntese, segundo a equação:

$$\text{Razão de área foliar} = \frac{\text{AF}}{\text{MST}}$$

- Área foliar específica ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$): reflete o inverso da espessura da folha (BENINCASA, 2003) e foi obtido pela razão entre a área foliar (AF) e a massa seca de folhas (MSF):

$$\text{Área foliar específica} = \frac{\text{AF}}{\text{MSF}}$$

- Razão de massa foliar ($\text{g}^{-1} \text{g}^{-1}$): expressa a matéria seca translocada da folha para outros órgãos do vegetal, por meio da relação entre massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) da planta (BENINCASA, 2003), como a seguir:

$$\text{Razão de massa foliar} = \frac{\text{MSF}}{\text{MST}}$$

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes preliminares para verificação da normalidade. Quando não constatada a normalidade, os dados foram transformados em raiz quadrada de x. Após, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância será testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias relativas às doses de 2,4-D aplicadas via tratamento de sementes foram comparadas pelo teste t (LSD).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação entre as subdoses de 2,4-D utilizadas no tratamento de sementes e os cultivares de algodão.

Tabela 2. Porcentagem de emergência (EMER), tempo médio de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE), altura (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e número de folhas por planta (NFOL) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D

Tratamentos	EMER	TME	IVE	ALT	DIAM	NFOL
2,4-D	%	(dia)	(Plântula dia)	cm	mm	nº
mg.i.a. L ⁻¹						
0	85,00 a	4,52 b	1,95 a	23,50	3,85	7,75
1	77,50 a	4,79 b	1,64 a	24,56	3,68	8,38
10	85,00 a	4,54 b	1,91 a	26,25	4,15	9,50
100	77,50 a	4,60 b	1,75 a	24,06	3,90	8,25
1000	47,50 b	7,00 a	0,76 b	23,56	3,78	7,38
F _{2,4-D}	12,76**	30,73**	20,62**	0,20 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Cultivar						
FM 966	73,50	5,21	1,56	26,90	3,95	8,50
FMT 707	75,50	4,97	1,63	21,88	3,79	8,00
F _{Cultivar}	0,42 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,64 ^{ns}	3,,70 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,19 ^{ns}
F _{Interação}	1,10 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,46 ^{ns}	1,42 ^{ns}
C.V.(%)	9,07	4,25	6,27	16,59	11,48	20,57

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com 1000 mg i.a L⁻¹ resultou em menor porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência e maior tempo médio para emergência (Tabela 2). Não houve diferença para estes parâmetros entre as demais subdoses e o controle (Tabela 2). A subdose de 1000 mg i.a L⁻¹ de 2,4-D

afetou de forma negativa a germinação das sementes de algodão, resultando em menor porcentagem e velocidade de emergência e maior tempo médio. Machado et al. (2003) destaca que o 2,4-D tem efeito inibitório na germinação de sementes de dicotiledôneas

O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D não influenciou a altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas do algodão (Tabela 2). Também não foi constatada diferença entre os cultivares de algodão para a porcentagem de emergência, tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência, altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas por planta (Tabela 2).

O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D não influenciou o teor de clorofila, número de nós por planta, volume radicular, massa seca de raiz e densidade do sistema radicular do algodão (Tabela 3).

Foi constatada diferença entre os cultivares de algodão para o teor de clorofila (Tabela 3). Esta diferença entre os cultivares é atribuída a fatores genéticos. Para número de nós por planta, volume radicular, massa seca de raiz e densidade do sistema radicular não foi verificada diferença entre os cultivares (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de clorofila (CLOR), número de nós por planta (NNOS), volume radicular (VRAD), massa seca de raiz (MSR) e densidade do sistema radicular (DENS) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D

Tratamentos	CLOR	NNOS	VRAD	MSR	DENS
2,4-D mg.i.a. L ⁻¹	IRC	n ^o	cm ³	g planta ⁻¹	g cm ⁻³
0	60,23	5,25	12,44	0,93	0,15
1	65,17	5,50	13,44	0,97	0,10
10	71,60	5,88	13,50	1,08	0,09
100	69,24	5,25	11,19	0,92	0,27
1000	64,41	5,25	10,38	0,89	0,14
F _{2,4-D}	0,50 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Cultivar					
FM 966	73,38 a	5,40	13,10	0,86	0,10
FMT 707	58,88 b	5,45	11,28	1,06	0,20
F _{Cultivar}	5,40*	0,04 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,58 ^{ns}	2,79 ^{ns}
F _{Interação}	2,57 ^{ns}	2,63 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,90 ^{ns}
C.V. (%)	15,48	8,64	27,11	13,68	8,07

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t (LSD) ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D não influenciou a massa seca de caule, a área foliar, a massa seca de folhas, a massa seca da parte aérea e a massa seca total (Tabela 4). Também não houve diferença entre os cultivares para a massa seca de caule, área foliar, massa seca de folhas, massa seca da parte aérea e massa seca total (Tabela 4).

Tabela 4. Massa seca de caule (MSC), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D

Tratamentos	MSC	AF	MSF	MSPA	MST
2,4-D mg.i.a. L ⁻¹	g planta ⁻¹	dm ²	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹
0	0,83	2,61	1,52	2,36	3,29
1	0,90	3,23	1,87	2,77	3,74
10	0,86	3,22	1,75	2,61	3,69
100	0,88	2,80	1,62	2,50	3,42
1000	0,72	2,54	1,42	2,14	3,02
F _{2,4-D}	0,10 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Cultivar					
FM 966	0,70	2,63	1,50	2,20	3,06
FMT 707	0,98	3,12	1,77	2,75	3,80
F _{Cultivar}	2,22 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,41 ^{ns}
F _{Interação}	0,83 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,98 ^{ns}
C.V.(%)	16,14	22,90	19,43	23,33	24,21

^{ns}não significativo pelo teste F.

A área foliar específica com a aplicação da subdose de 10 mg i.a. L⁻¹ foi maior em relação ao controle (Tabela 5). A área foliar específica é um índice que tem relação com a espessura da folha. Quanto maior a área foliar específica, menor será a espessura da folha. Segundo Taiz e Zeiger (2004), a auxina é um hormônio que promove o alongamento celular, diante disso, pode-se afirmar que a dose de 10 mg i.a. L⁻¹ estimulou a alongação das células resultando em folhas de menor espessura em relação ao controle.

O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D não influenciou a razão parte aérea, raiz, a razão de área foliar e a razão de massa foliar (Tabela 5). Também não houve diferença entre os cultivares quanto a razão parte aérea raiz, a área foliar específica e a razão de massa foliar (Tabela 5).

Com exceção dos parâmetros relativos a emergência e a área foliar específica os demais parâmetros avaliados não foram influenciados pelas subdoses de 2,4-D possivelmente devido o curto tempo de meia vida da fonte de 2,4-D (Sal Dimetilamina) utilizada neste trabalho. Segundo Hornsby et al. (1996) o tempo de meia vida do 2,4-D no solo é em torno de 10 dias.

Tabela 5. Razão raiz parte aérea (RPAR), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de massa foliar (RMF) de plantas de algodão submetidas ao tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D

Tratamentos	RPAR	RAF	AFE	RMF
2,4-D mg.i.a. L ⁻¹	-	-	-	-
0	2,60	0,80	1,70 b	0,47
1	2,85	0,87	1,74 ab	0,50
10	2,50	0,87	1,85 a	0,47
100	3,28	0,89	1,78 ab	0,50
1000	2,54	0,85	1,81 ab	0,47
F _{2,4-D}	0,76 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,55 ^{ns}
Cultivar				
FM 966	2,91	0,90 a	1,78	0,50
FMT 707	2,60	0,82 b	1,77	0,46
F _{Cultivar}	0,87 ^{ns}	4,47*	0,14 ^{ns}	5,31*
F _{Interação}	0,98 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,57 ^{ns}
C.V.(%)	12,76	3,08	2,52	1,86

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t (LSD) para as concentrações ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÕES:

O tratamento de sementes com subdoses de 2,4-D até 1000 mg i.a. L⁻¹ não influencia o crescimento inicial do sistema radicular e parte aérea de plantas de algodão.

O tratamento de sementes com a subdose de 1000 mg i.a. L⁻¹ de 2,4-D reduz a porcentagem e a velocidade de emergência e o tempo médio de emergência de plantas de algodão, a subdose de 10 mg i.a. L⁻¹ resulta em folhas de menor espessura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLENDER, W.J. Effect of trifluoperazine and verapamil on herbicide stimulated growth of cotton. **Journal of Plant Nutrition**, n.20, p.69-80, 1997.

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Manejo de solos e agricultura irrigada. In: RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 70-106.

BENGOUGH, A. G.; MULLINS, C. E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, v.41, 1990. p. 341-358.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 2009. 399 p.

BROUDER, S. M.; CASSMAN, K. G. Root development of two cotton cultivars in relation to potassium uptake and plant growth in vermiculite soil. **Field Crops Research**, v. 23, p. 187- 203, 1990.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p.

CARVALHO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; FURLANI JÚNIOR, E.; BUZETH, S.; SÁ, M. E.; ATHAYDE, M. L. F. Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro. **Bragantia**, v. 60, p. 239-244, 2001.

CONSTANTINI, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R.; FAGLIARI, J. R.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; FRAMESQUI, V. P.; GONÇALVES, D. A. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**. v. 27, n.

especial, p.24-29, 2007.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. v. 71, p. 428-434, 1958.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 42p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 92).

HORNSBY, A.G.; WAUCHOPE, R.D.; HERNER, A.E. **Pesticide properties in the environment**. New York: Springer-Verlag, 1996.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p.1595-1616, 2000.

LAL, R. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, an sustainability. **Soil & Tillage Research**, v. 27, 1993. p. 1-8.

MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Controle da germinação de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso da restrição hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 25, n. 2, p. 77-81, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Fotossíntese de laranjeira 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida a deficiência hídrica. **Bragantia**, v. 57, p. 15-22, 1998.

NAYAKEKORALA, H.; TAYLOR, H. M. Phosphorus uptake rates of cotton roots at different growth stages from different soil layers. **Plant Soil**, v. 122, p. 105-110, 1990.

NEVES, C. S. V. J.; BORGES, A. V.; KANAI, H. T.; PRETE, C. E. C.; CARPENTIERI-PÍPOPLO, V. Distribuição do sistema radicular da aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.1, p. 112-115, 2001.

PASSIOURA, J. B. Soil structure and plant growth. **Australian Journal of Soil Research**, v. 29, p. 717-728, 1991.

PINHEIRO, H. A.; DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 96, p.101–108, 2005.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; RODRIGUES, F. L.; BERNARDO, A. L.; GARCIA, N. C. P. Efeito da poda de raízes de mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v. 2, p. 137-145, 1996.

ROSOLEM, C. A. **Relações solo-planta na cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, p.53, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; BALBINO, L. C.; NEVES, C. S. V. J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 393-399, 1999.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 333-339, 1996.

VEPRASKAS, M. J. Plant response mechanisms to soil compaction. In: WILKINSON, R. E. **Plant environment interactions**. New York: M. Dekker, 1994. p. 263-287.