




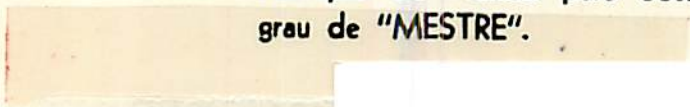


MARISTELA APARECIDA MARQUES

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE RESÍDUOS DE CARURU
(*Amarantus viridis*, L.), INCORPORADO EM TRÊS TIPOS
DE SOLOS, SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO
INICIAL DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*, L.).



Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Pós-Graduação em
Agronomia, área de concentração Solos e
Nutrição de Plantas para obtenção do
grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

[REDACTED]

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

PROPOSTA DE APROVAÇÃO DE RESÍDUOS DE CARNE
E DE OSSOS PARA A ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS
E A INCORPORAÇÃO EM TERRESTRES
E AQUÍFEROS SOBRE A DETERMINAÇÃO E CRIAÇÃO
DE UM DO ABOGADO

[REDACTED]

Exmos. Srs. Senhores
do Conselho Superior de
Exames do Curso de Medicina
Acadêmicos de Medicina
Univ. de São Paulo
L. de São Paulo

[REDACTED]

SECRETARIA DE AGRICULTURA DE SÃO PAULO

ESTADO DE SÃO PAULO

POTENCIAL ALELOPATICO DE RESIDUOS DE CARURU
(*Amaranthus viridis*, L.), INCORPORADOS EM TRÊS TIPOS DE SOLOS,
SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DO
ALGODOQUIRO (*Gossypium hirsutum*, L.)

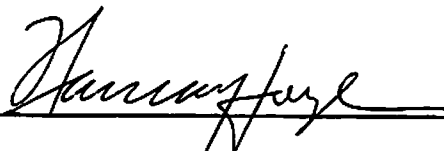
APROVADA: Lavras, 03 de dezembro de 1992



Prof. Dr. Fabiano Ribeiro do Vale



Prof. Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira



Dr. Itamar Ferreira de Souza

Aos meus pais, Elizabet e Reinaldo,
pelo estímulo e apoio constantes,
ao meu noivo, Ari
pelo incentivo.

A Deus,

por tudo

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade de realizar o curso.

À CAPES e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso.

Aos professores Dr. Fabiano Ribeiro do Vale, Dr. Luiz Edson Mota de Oliveira e ao pesquisador da EPAMIG Dr. Itamar Ferreira de Souza, pela colaboração, estímulo, amizade e conselhos valiosos.

Ao colega Paulo Caio Arakem pela ajuda na determinação de algumas características biofísicas.

Aos professores, funcionários e amigos da ESAL, especialmente os do Departamento de Ciência do Solo, que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

As companheiras de república Andréia, Gisele e Roberta, pelo apoio.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. Conceito de alelopatia	3
2.2. Formas de liberação das substâncias alelopáticas.	4
2.3. Substâncias alelopáticas	6
2.4. Fatores que afetam a intensidade dos efeitos ale-	
lopáticos	9
2.4.1. Textura do solo	10
2.4.2. Mineralogia do solo	15
2.4.3. pH do solo	17
2.4.4. Teor de matéria orgânica do solo	20
2.4.5. Fertilidade do solo	21
2.5. Processos afetados pelas substâncias alelopáticas	
nas plantas	22
2.6. Sintomatologia de efeito alelopático	27
2.7. Efeitos de plantas daninhas sobre plantas culti-	
vadas	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	32

3.1. Local	32
3.2. Solos	33
3.3. Correção dos solos	33
3.4. Resíduo incorporado	35
3.5. Cultura	35
3.6. 1ª Fase - Potencial alelopático do caruru de man- cha, incorporado em três solos sem e com correção da acidez, sobre a germinação do algodão	36
3.7. 2ª Fase - Potencial alelopático do caruru de man- cha, incorporado em três solos com acidez corri- gida, sobre o crescimento inicial do algodão	38
3.8. Análise estatística	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. 1ª Fase - Potencial alelopático do caruru de man- cha, incorporado em três solos sem e com correção da acidez, sobre a germinação do algodão	44
4.2. 2ª Fase - Potencial alelopático do caruru de man- cha, incorporado em três solos com acidez corri- gida, sobre o crescimento inicial do algodão	59
4.2.1. Características biofísicas	59
4.2.1.1. Peso de matéria seca da parte aé- rea	59
4.2.1.2. Peso de matéria seca de raiz	63
4.2.1.3. Altura das plantas	66
4.2.1.4. Potencial hídrico foliar (YF) e conteúdo relativo de água (CRA) .	69

4.2.1.5. Conteúdo relativo de água	74
4.2.2. Características químicas	74
4.2.2.1. Nitrogênio na parte aérea	74
4.2.2.2. Fósforo na parte aérea	79
4.2.2.3. Potássio na parte aérea	82
4.2.2.4. Cálcio na parte aérea	85
4.2.2.5. Magnésio na parte aérea	87
4.2.2.6. Enxofre na parte aérea	89
4.2.2.7. Cobre na parte aérea	89
4.2.2.8. Zinco na parte aérea	93
4.2.2.9. Manganês na parte aérea	95
4.2.2.10. Ferro na parte aérea	96
5. CONCLUSOES	100
6. RESUMO	102
7. SUMMARY	104
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE QUADROS

QUADROS		PÁGINA
1	Características químicas dos solos estudados.	34
2	Características texturais e mineralógicas dos solos estudados	34
3	Características químicas dos solos estudados após correção com CaCO_3 e MgCO_3	34
4	Análise de variância conjunta para a variável IVE, Lavras, 1992	45
5	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro em Areia Quartzosa distrófica, Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico e Latossolo Roxo com e sem correção da acidez (médias das 6 concentrações de resíduos), Lavras, 1992	46
6	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, nos três solos, em função da concentração de resíduo incorporado com e sem correção da acidez (médias dos 3 solos), Lavras, 1992	47

QUADROS

PAGINA

7	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (médias com e sem correção), Lavras, 1992	50
8	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Latossolo Roxo (LR) (médias de 3 repetições), Lavras, 1992	52
9	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Areia Quartzosa (AQd), (médias de 3 repetições), Lavras, 1992	54
10	Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe), (médias de 3 repetições), Lavras, 1992	56
11	Análise de variância para a variável peso de matéria seca de raiz, Lavras, 1992	64
12	Peso de matéria seca de raiz do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (médias de 4 repetições) Lavras, 1992	66

QUADROS

PAGINA

13	Análise de variância para as variáveis transpiração, conteúdo relativo de água (CRA) e potencial hídrico foliar (YF)	70
14	Potencial de água nas plantas às 6 horas (YF), em função da concentração de resíduo incorporado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (médias de 24 repetições), Lavras, 1992	70
15	Conteúdo relativo de água do algodoeiro às 6 horas (CRA), em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992	72
16	Valores de R^2 para as correlações entre as variáveis	73
17	Transpiração do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (Médias de 4 repetições)	76
18	Análise de variância para as variáveis macronutrientes na parte aérea	77

QUADROS

PÁGINA

19	Teor de nitrogênio (N) na parte aérea de parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992	78
20	Valores de R ² para as correlações entre as variáveis	80
21	Teor de fósforo (P) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992	81
22	Teor de potássio (K) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado ..	84
23	Teor de cálcio (Ca) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado ..	86

QUADROS

PAGINA

24	Teor de magnésio (Mg) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo(LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992 .	88
25	Teor de enxofre (S) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992 .	90
26	Análise de variância para as variáveis micronutrientes na parte aérea	91
27	Teor de cobre (Cu) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992	92
28	Teor de zinco (Zn) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992	94

QUADROS

PAGINA

- 29 Teor de manganês (Mn) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992 . 97
- 30 Teor de ferro (Fe) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992 98

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
1	Curvas de retenção de água para os solos Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR). (As setas indicam o potencial matricial adotado para cada solo)	37
2	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro em uma Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), sem qualquer correção da acidez desses solos (a) e com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 (b), Lavras, 1992	46
3	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, em um Latossolo Roxo (LR) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992	53

FIGURAS

PÁGINA

- 4 Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, em uma Areia Quartzosa distrófica (AQd) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992 .. 53
- 5 Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, em um Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992 58
- 6 Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca da Parte Aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992 60
- 7 Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca da Parte Aérea do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa eutrófica (AQd), Podzólico Vermelho eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992 ... 60

FIGURAS

PÁGINA

8	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca de Raiz do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) Lavras, 1992	65
9	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca de Raiz do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) Lavras, 1992	65
10	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha na altura do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	68
11	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha na altura do algodoeiro, expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	68
12	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no potencial hídrico foliar (YF) do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	71

FIGURAS

PAGINA

13	Efeito de incorporação de resíduo de caruru de mancha no conteúdo relativo de água às 6 horas (CRA) do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	71
14	Efeito de incorporação de resíduo de caruru de mancha na condutância estomática do algodoeiro(YF) do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	75
15	Efeito da incorporação de caruru de mancha na transpiração do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo(LR), Lavras, 1992	75
16	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de nitrogênio na parte aérea do algodoeiro, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	79
17	Efeito da incorporação de caruru de mancha no teor de fósforo na parte aérea do algodoeiro, cultivado em Areia Quartzosa distrófica(AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	83

FIGURAS

PAGINA

18	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de potássio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	85
19	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de cálcio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992	87
20	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de magnésio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	88
21	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de enxofre na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	90
22	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de cobre na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	92

FIGURAS

PAGINA

23	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de zinco na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	95
24	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de manganês na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	97
25	Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de ferro na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR),Lavras, 1992	99

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da alelopatia entre plantas refere-se à liberação de substâncias químicas por uma dada espécie vegetal, com conseqüente alteração do desenvolvimento da espécie receptora (RICE, 1984; LORENZI, 1986; ALMEIDA, 1988). Este fenômeno ocorre também através da liberação de substâncias pela decomposição de resíduos vegetais no solo (DUKE, 1985; LORENZI, 1986).

Em termos de produção vegetal, merece destaque o efeito alelopático de várias espécies de plantas daninhas no crescimento de plantas cultivadas. Entre as principais plantas daninhas destaca-se o caruru (*Amaranthus* sp), também chamado de bredo ou cariru (MENGES, 1987; ALMEIDA, 1988), com efeito alelopático conhecido (MENGES, 1987; BRADOW & CONNICK, 1987; BHOWMIK & DOLL, 1982). Todavia, o maior destaque nos estudos é para o fenômeno da competição desta espécie com plantas cultivadas.

O efeito alelopático depende, entre outros fatores, da textura (BHOWMIK & DOLL, 1982; OLESZEK & JURZYSTA, 1987), do pH (JALAL & READ, 1983; BLUM et alii, 1985) e da mineralogia do solo (LEVITT & LOVETT, 1984; WANG et alii, 1978).

Observou-se em algumas áreas do sudoeste da Bahia

com incidência de caruru, uma baixa germinação e alta mortalidade de plântulas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), não tendo sido constatada qualquer relação com problemas de fertilidade do solo, doença de plantas ou toxicidade por herbicidas.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial alelopático de resíduos de caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.), quando em decomposição no solo, na germinação e crescimento inicial do algodoeiro cultivado em três solos.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1. Conceito de alelopatia

Alelopatia compreende a liberaçãõ por um dado organismo de substâncias químicas no ambiente, as quais irão interagir com outro organismo presente no mesmo ambiente, inibindo ou estimulando o seu crescimento e/ou desenvolvimento (RICE, 1984). Ainda, segundo RICE (1984), a alelopatia pode ocorrer entre microrganismos, entre microrganismos e plantas, entre plantas cultivadas, entre plantas daninhas, e entre plantas daninhas e plantas cultivadas.

Percebe-se assim que o fenômeno da alelopatia é o inverso da competição uma vez que, a primeira implica na introdução de substâncias químicas no ambiente enquanto que, a segunda implica na remoção do ambiente de fatores de crescimento como luz, água, gás carbônico, nutrientes etc (RICE, 1984). No entanto, algumas vezes, esses dois fenômenos ocorrem simultaneamente, caracterizando-se a interferência (RICE, 1984).

A interferência freqüentemente ocorre entre plantas daninhas e plantas cultivadas, no entanto, a participação

relativa da alelopatia e da competição é variável, dependendo da planta cultivada e das espécies de plantas daninhas envolvidas. Em algumas espécies os prejuízos resultantes da interferência podem ser atribuídos, quase que totalmente, a efeito alelopático, já em outras espécies verifica-se o inverso (MEDEIROS, 1990).

2.2. Formas de liberação das substâncias alelopáticas

As substâncias alelopáticas são liberadas dos tecidos vegetais de várias formas como volatilização pela parte aérea das plantas, lavagem na parte aérea das plantas pela chuva ou orvalho carregando-as até o solo, exudação pelo sistema radicular e através da decomposição de resíduos vegetais (RICE, 1984).

A liberação de substâncias através da decomposição de resíduos vegetais pode ocorrer diretamente pela lixiviação de substâncias presentes nos resíduos, pelo rompimento de tecidos ou células durante o processo de decomposição e extravasamento do seu conteúdo e ainda pela produção de substâncias pelos próprios microrganismos responsáveis pelo processo de decomposição (RICE, 1984; ALMEIDA, 1988).

Tem sido sugerido ainda que, os efeitos prejudiciais da adição de resíduos vegetais ao solo devem-se à sua influência sobre os microrganismos, alterando a sobrevivência e virulência de muitos patógenos do solo (PATRICK & KOCH, 1958; KIMBER, 1967) e de microrganismos saprofíticos, que infectam as plantas (CHAPMAN & LYNCH, 1983). Ainda, a aplicação de determinado

resíduo poderá favorecer o desenvolvimento de um microrganismo produtor de substâncias alelopáticas. A incubação de folhas de *Coridothymus capitatus* L. em solo coletado nas proximidades desse arbusto, aumentou consideravelmente a população de actinomicetos no solo. Entre esses, alguns isolados inibiram eficientemente a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e *Anastica hierochuntica* e o posterior desenvolvimento de plântulas (KATZ et alii, 1987).

Os efeitos adversos da aplicação de resíduos ao solo têm sido algumas vezes atribuídos a uma rápida multiplicação de microrganismos e conseqüentemente, remoção de nutrientes disponíveis, entre eles o nitrogênio (QASEM & HILL, 1989; KIMBER, 1967). No entanto, frequentemente aplicações de nitrogênio não eliminam esses efeitos negativos da aplicação de resíduos vegetais, comprovando que o fator limitante à produção não é a imobilização do N (KIMBER, 1967).

Outras vezes os efeitos negativos decorrentes da aplicação de resíduos vegetais são atribuídos a uma rápida multiplicação de microrganismos e a conseqüente competição por oxigênio entre sementes e microrganismos (CHAPMAN & LYNCH, 1983).

São ainda atribuídos simplesmente ao impedimento mecânico dos resíduos à germinação de sementes (CHAPMAN & LYNCH, 1983).

As substâncias alelopáticas liberadas pelos resíduos vegetais em decomposição encontram-se distribuídas de forma desuniforme no solo, concentrando-se nas proximidades dos

resíduos. Assim, a extensão do efeito das substâncias alelopáticas é dependente do maior ou menor contato entre o sistema radicular e os fragmentos dos resíduos vegetais (PATRICK, 1971; PATRICK et alii, 1963).

Avaliando o efeito da incorporação de resíduos de *Cyperus esculentus* sobre o crescimento do milho (*Zea mays*) e da soja (*Glycine max*), DROST & DOLL (1980) observaram que a inibição do crescimento foi maior quando os resíduos estavam em contato com as sementes das duas culturas. A colocação dos resíduos na superfície do solo não afetou o peso de matéria seca da parte aérea do milho e da soja. No entanto, a aplicação dos resíduos a 2,5 cm de profundidade reduziu o peso da matéria seca em 21 e 32%, respectivamente. Quando os resíduos foram colocados a 5 cm de profundidade o crescimento do milho não foi afetado e o da soja foi reduzido em 27%.

2.3. Substâncias alelopáticas

Sabe-se que as substâncias alelopáticas são produtos do metabolismo secundário das plantas (CHOU & WALLER, 1989). No entanto, não se conhecem todas as substâncias químicas com propriedades alelopáticas mas, as mais comuns pertencem aos grupos dos ácidos fenólicos e compostos associados, derivados das reações de formação do ácido shikímico e acetato (PATTERSON, 1981; SCHULTZ, 1987).

Culturas puras dos fungos *Epicoccum* e *Stachybotrys*

produziram cerca de dez compostos fenólicos a partir de precursores alifáticos (glicose e asparagina) e excretou-os para o meio. Posteriormente à produção dos fenóis, uma substância semelhante às pertencentes ao grupo dos ácidos húmicos surgiu no meio acompanhada por um decréscimo na quantidade de fenóis, sugerindo que os compostos fenólicos estão relacionados à formação de substâncias húmicas (McLAREN & SKUJINS, 1971).

Sabe-se ainda que, a decomposição de resíduos vegetais leva à formação de substâncias orgânicas simples, as quais são mais metabolizadas pelos microrganismos. Em condições aeróbicas essas substâncias desaparecem rapidamente e material microbiano é sintetizado. No entanto, quando o oxigênio é deficiente e um amplo suprimento de matéria orgânica decomponível está disponível, ácidos graxos voláteis e outros ácidos orgânicos acumulam, enquanto a síntese de material microbiano é suprimida. Entre as substâncias formadas sob estas condições estão o metano, etileno, ácidos acético, láctico, butírico, fórmico e outros ácidos orgânicos, compostos fenólicos incluindo siringaldeído, vanilina, p-hidroxibenzaldeído; ácidos ferúlico, siríngico, vanílico, p-hidroxibenzóico e benzóico, vários aminoácidos e muitos outros produtos intermediários. Muitos destes compostos têm-se mostrado fitotóxicos em condições de laboratório (PATRICK, 1971).

Flutuações entre condições aeróbicas e anaeróbicas no solo ocorrem rapidamente e é possível que bolsões localizados de anaerobiose estejam dispersos no solo. Assim, as condições que

levam à formação de altas concentrações de produtos de decomposição fitotóxicos podem ser mais comuns do que normalmente se imagina e não necessariamente restritas a solos encharcados (PATRICK, 1971). Além disso, existe pouca informação sobre a fração ativa dos ácidos fenólicos no solo, a qual consiste na porção da substância disponível no solo que pode modificar o crescimento das plantas (DALTON et alii, 1983).

Várias substâncias alelopáticas já foram identificadas em diversas espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. Substâncias voláteis liberadas da parte aérea de *Amaranthus palmeri*, *A. hybridus*, *A. cruentus*, *A. spinosus* e *A. hypocondriacus* foram avaliadas com relação à germinação de sementes de cenoura (*Dacus carota*), cebola (*Allium cepa*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*) e identificadas por CONNICK et alii (1989). Estes autores identificaram vários alcóois em todas as espécies do gênero, dos quais a maioria inibiu a germinação das sementes de cenoura, cebola e tomate. Foram identificados três aldeídos, sendo que dois deles foram encontrados em todas as espécies, os quais também inibiram a germinação das sementes das três culturas. Foram identificados também quatro ésteres em todas as espécies sendo que desses, o etil propionato e o etil butirato foram muito inibitórios à germinação da cenoura, já o etil isobutirato e o etil 2-metilbutirato inibiram severamente sementes de tomate mas, nenhum deles inibiu a germinação da cebola. Vários foram os hidrocarbonetos identificados mas, em geral foram menos inibitórios à cenoura e mais inibitórios à

cebola. A cenoura foi menos afetada por cetonas de cinco carbonos ou menos enquanto o tomate foi o mais afetado por essas cetonas.

Uma série de substâncias voláteis foi também identificada em *Amaranthus retroflexus* (FLATH et alii, 1984).

Extraindo inibidores da germinação solúveis em água de resíduos de *Amaranthus palmeri* e *A. retroflexus*, HICKS et alii (1986) observaram que o resíduo das plantas maduras de ambas as espécies foi mais fitotóxico que o de plantas jovens. Nas plantas maduras os inibidores se encontravam em maior concentração nas raízes e no material que envolve as sementes, já nas plantas jovens estavam apenas nas raízes. HICK et alii (1986) observaram também que os resíduos de *A. palmeri* foram mais tóxicos que os de *A. retroflexus*. Assim, os extratos aquosos de *A. palmeri* foram divididos em frações neutras e ácidas. Esta última mostrou alta fitotoxicidade, na qual identificou-se alguns inibidores da germinação, como os ácidos p-hidroxibenzóico, anílico, caféico e ferúlico. Avaliando o efeito dessas substâncias sobre a germinação do algodão e dividindo a fração ácida em uma fração solúvel em metanol e outra solúvel em éter, os autores concluíram que essas substâncias eram de natureza aniônica e solúveis em metanol.

2.4. Fatores que afetam a intensidade dos efeitos alelopáticos

Os ácidos fenólicos estão sujeitos à degradação por

microrganismos, polimerização, adsorção às partículas do solo e adsorção/absorção pelas sementes e raízes. Outros fatores como o pH, temperatura, nível de umidade e matéria orgânica do solo podem modificar a atividade e disponibilidade dessas substâncias (KLEIN & BLUM, 1990).

Os efeitos de uma certa espécie de planta sobre outras plantas são evidentes em alguns solos e circunstâncias climáticas mas, não em outras (MULLER, 1969). E, uma substância que é tóxica para uma determinada espécie pode ser inócua para outra (ALMEIDA, 1988). Sabe-se ainda que, no caso da alelopatia decorrente da decomposição de resíduos vegetais é também importante o período de decomposição dos resíduos e o posicionamento dos resíduos em relação à planta (EINHELLIG & LEATHER, 1988).

2.4.1. Textura do solo

Além da interação direta com as plantas e da decomposição pelos microrganismos, os ácidos fenólicos presentes no solo estão sujeitos também à retenção reversível ou irreversível pelas partículas orgânicas e/ou inorgânicas do solo (DALTON et alii, 1983). No entanto, a retenção não é um processo simples, pois vários mecanismos de ligação podem estar envolvidos (WALLER, 1987).

A retenção reversível ocorre em função de ligações eletrostáticas ou formação de complexos organometálicos e a retenção irreversível pode ocorrer pela incorporação à

substâncias húmicas, pelo envolvimento no complexo de troca de uma superfície com hidroxila (OH^-), onde o ânion orgânico penetra na esfera de coordenação de uma argila sendo incorporado na superfície da camada de hidroxila (OH^-) e, ainda, pela polimerização, devido à propriedades catalíticas de certos minerais de argila (DALTON et alii, 1983).

OKAMURA (1990), na tentativa de elucidar a retenção, verificou que em misturas de vários ácidos fenólicos, cada um foi independentemente adsorvido em alofana por troca iônica, pontes de H e/ou coordenação. No caso da haloisita e illita, o ácido protocatecólico e o p-hidroxibenzóico foram retidos por pontes de H nas intercamadas dos minerais de argila cristalinos e os outros compostos foram pouco adsorvidos, agindo como catalisadores.

Estudando o efeito alelopático de saponinas de raízes de alfafa (*Medicago media* PERS) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) sobre o crescimento de plântulas de trigo (*Triticum aestivum* L.), OLESZEK & JURZYSTA (1987) observaram que a inibição do crescimento de plântulas de trigo foi mais pronunciada em solos arenosos do que nos solos argilosos, o que foi atribuído à mais alta adsorção dos inibidores nos solos argilosos, com conseqüente redução da atividade.

Avaliando o efeito de resíduos de colza (*Brassica napus*), sorgo (*Sorghum bicolor*), ervilha (*Pisum sativum* L.) e trigo, incorporados em solo arenoso e argiloso, sobre a germinação e o crescimento inicial do trigo, JESSOP & STEWART (1983) observaram que, cada resíduo provocou maior redução na

germinação do trigo no solo arenoso e, tanto o crescimento em altura, como o comprimento do sistema radicular foram também menores no solo arenoso.

BHOWMIK & DOLL (1982), avaliando o efeito de extratos aquosos de resíduos secos de algumas plantas daninhas sobre o desenvolvimento do milho em três solos, também verificaram que o efeito alelopático foi maior no solo mais arenoso.

A uma concentração constante de resíduos de *Cyperus esculentus*, o aumento da porcentagem de areia na mistura de solo reduziu o crescimento do milho e da soja uma vez que, à medida que aumentou a porcentagem de areia a capacidade de adsorção decresceu, aumentando a concentração de substâncias alelopáticas na solução do solo, as quais interagem mais com a raiz (DROST & DOLL, 1980).

Plantas de fumo (*Nicotiana tabacum*) crescidas em areia e solução nutritiva com adição de extratos de milho, centeio e fumo, apresentaram, em alguns casos, uma murcha severa 24 horas após a aplicação dos extratos. No entanto, plantas de fumo mantidas em solo, onde adicionou-se os extratos, apresentaram murcha somente após a quinta aplicação dos extratos sugerindo que, foi necessário um grande número de aplicações para a saturação do complexo de troca e então a manutenção das substâncias alelopáticas na solução do solo, para que a mesma sintomatologia se manifestasse (PATRICK & KOCH, 1958).

Também, segundo COUTINHO & HASHIMOTO (1971), os solos arenosos contribuem para a manutenção de relações alelopáticas

interespecíficas uma vez que, nestas condições, a inativação ou destruição de substâncias alelopáticas liberadas pelas folhas ou pelos resíduos vegetais em decomposição é bem menos pronunciada.

Avaliando os efeitos alelopáticos de *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisifolia*, *Abutilon theophrasti* e *Setaria glauca* sobre o crescimento e absorção de N, P e K em milho e soja, BHOWMIK & DOLL (1984) verificaram que os resíduos dessas plantas daninhas foram mais inibitórios em areia do que em uma mistura areia/solo.

Entretanto, KACZMARKOWA & WOJTKOWIAK (1991), avaliando o desenvolvimento de bactérias e fungos, assim como o nível de fitotoxicidade em areia e em três solos com diferentes texturas e adubados com resíduos de milho e nitrogênio mineral, observaram que a fitotoxicidade aumentou com o aumento do nível de resíduos de milho e ocorreu por um período maior e a um nível mais alto no solo com maiores teores de silte e argila, o que talvez se deva a uma decomposição mais lenta dos resíduos de milho nesses solos, o que favoreceria a acumulação de substâncias fitotóxicas. Os autores encontraram uma dependência significativa entre a relação C/N do solo e o nível de fitotoxicidade. A aplicação de N acelerou o desaparecimento das substâncias fitotóxicas em areia e no solo mais arenoso. Já nos solos mais argilosos esta prática estendeu o período de ocorrência de fitotoxicidade. O maior número de bactérias foi encontrado nos solos mais argilosos e o menor nos menos argilosos. Esses mesmos autores observaram que, o menor número de fungos foi encontrado no solo mais argiloso e o

maior no menos argiloso. Também as relações C/N mais altas provocaram um maior desenvolvimento de fungos. Algumas evidências indicam que o aparecimento de substâncias fitotóxicas está relacionado à intensidade de atividade metabólica de fungos, e que as bactérias, por sua vez, participam no processo de decomposição de substâncias fitotóxicas (Kaczmarek et al, 1984 e Kanazawa & Yoneyma, 1980, citados por KACZMARKOWA & WOJTKOWIAK, 1991).

De acordo com EINHELLIG & LEATHER (1988), os efeitos alelopáticos são freqüentemente mais severos em solos de textura arenosa no entanto, em condições de excesso de umidade, os efeitos podem ser mais acentuados em solos mais argilosos.

A ocorrência de *Xanthium pensylvanicum* WALLR. em lavouras de algodão, em um solo arenoso, causou reduções na produção de sementes que variaram de 20 a 90%. A ocorrência de *Amaranthus retroflexus* nessas lavouras levou a uma redução de 45% na produção de sementes. No entanto, a ocorrência dessas plantas em um solo argiloso levou a reduções de 60 a 90% quando a infestante era *X. pensylvanicum* e de 70 a 90% quando era *A. retroflexus*, efeitos estes que foram atribuídos somente à competição das plantas daninhas com a cultura (BUCHANAN & BURNS, 1971).

Entretanto, a decomposição de resíduos de *Solanum rostratum* inibiu o crescimento de tomate em solo, no entanto, esses mesmos resíduos estimularam ou não tiveram efeito sobre o crescimento do tomate em areia (Ahshapanek, 1962, citado por

RICE, 1984).

Conclui-se que o efeito da textura na ocorrência de efeito alelopático não está ainda muito claro e, talvez esses resultados contraditórios se devam à interação da textura com outras propriedades e características dos solos.

2.4.2. Mineralogia do solo

Muitas substâncias fitotóxicas podem se ligar à minerais de argila ou compostos orgânicos, o que leva a uma diminuição da fitotoxicidade. O ácido protocatecólico pode ser polimerizado com o ácido húmico usando minerais de argila como catalisadores heterogêneos (WALLER, 1987).

Adicionando uma solução de compostos fenólicos separadamente à montmorilonita, ilita e caulinita, misturadas com quartzo na proporção de 3:7 e a quartzo puro, WANG et alii (1978) concluíram que quartzo e minerais de argila podem catalisar a polimerização oxidativa do pirogalol. Os ácidos húmico e fúlvico foram encontrados em grandes quantidades na montmorilonita e ilita e muito menos na caulinita e quartzo e a montmorilonita e a ilita produziram efeito catalítico mais rápido sobre a polimerização do que a caulinita e o quartzo. O ácido gálico reagiu mais lentamente enquanto que os ácidos ferúlico, p-cumárico, vanílico e p-hidroxibenzóico reagiram mais rapidamente na montmorilonita do que na ilita. Menor especificidade foi notada pelos autores, entre a caulinita e o quartzo.

Alcalóides extraídos com água de sementes de *Datura stramonium* foram tóxicos à germinação do girassol (*Helianthus annuus*) em um solo argiloso enquanto que, em um arenoso, a magnitude dessa inibição foi maior. Isto foi atribuído provavelmente ao baixo teor de argila neste solo e ao fato desta ser composta predominantemente por caulinita e ilita enquanto que, no solo argiloso esta é constituída por montmorilonita. As substâncias alelopáticas no solo comportam-se como cátions, assim, argilas como a montmorilonita, que tem uma mais alta capacidade de adsorção de cátions do que as argilas não expansíveis como a caulinita e ilita encontradas no solo arenoso, modificam a quantidade de fitotoxina livre no solo (LEVITT & LOVETT, 1984).

Estudando a adsorção de ácidos fenólicos por caulinita, ilita, vermiculita, óxidos de Al menos cristalinos e compostos de Fe em quatro solos de Taiwan, HUANG et alii (1977) observaram que a remoção de óxidos de ferro e de alumínio menos cristalinos levou a uma diminuição significativa da adsorção de ácidos fenólicos. A taxa e a capacidade de retenção de ácidos fenólicos pelos óxidos de Alumínio e de Ferro menos cristalinos foi mais alta do que as da caulinita, ilita e vermiculita. Isso foi atribuído ao fato de que esses óxidos apresentam grande reatividade de seus grupos funcionais carregados positivamente, que se ligam aos grupos hidroxila fenólico e carboxila carregados negativamente. Eles observaram também que a capacidade de retenção de ácidos fenólicos pelos óxidos foi muito maior que

aquela dos minerais de argila estudados e, em geral, a adsorção dos ácidos fenólicos foi maior em condições mais ácidas. Os autores afirmaram ainda que os óxidos podem ter efeito protetor em relação à degradação biótica de ácidos fenólicos e um efeito catalítico em uma policondensação oxidativa de unidades fenólicas, resultando na formação de esqueletos estáveis do material húmico do solo.

2.4.3. pH do solo

As interações entre substâncias alelopáticas e o solo dependem das características químicas das mesmas e de propriedades do solo (CHOU & WALLER, 1989). Sabe-se que algumas características químicas do solo e também das substâncias alelopáticas alteram-se com a variação do pH do solo. Assim, a natureza das interações entre as moléculas das substâncias alelopáticas e o solo dependerá do pH do mesmo.

Alguns trabalhos têm mostrado que a atividade dos ácidos é manifestada no seu grau máximo somente quando eles estão na forma não dissociada. Assim, já que uma diminuição do pH leva a um aumento na proporção relativa de não dissociados/dissociados, o potencial de fitotoxicidade de um ácido aumenta muito com o aumento da acidez do ambiente ao redor da célula ou raiz (JALAL & READ, 1983).

Avaliando o efeito dos ácidos ferúlico e p-cumárico sobre a expansão foliar em pepino (*Cucumis sativus*), em solução

nutritiva, BLUM et alii (1985) observaram que a expansão da área foliar das plântulas foi inibida pelos dois ácidos e a magnitude dessas inibições foi influenciada pela concentração dos ácidos e pelo pH sendo que, a inibição foi maior a pH 5,5 do que a 6,3 ou 7,0. O ácido ferúlico foi o mais inibitório. A absorção radicular do ácido ferúlico ou p-cumárico e a estabilidade do ácido ferúlico parecem ser influenciadas pelo pH. O pKa desse ácido é de aproximadamente 4,8 e sua solubilidade aumenta e mais moléculas tornam-se negativamente carregadas à medida que o pH da solução aumenta. Assim, segundo esses autores, talvez as membranas dos tecidos das raízes tenham sido mais permeáveis às formas não dissociadas desses ácidos já que o maior desaparecimento desses da solução nutritiva e os maiores efeitos sobre o crescimento foram observados a um pH de 5,5.

Avaliando o efeito da decomposição de resíduos de milho, centeio (*Secale cereale*) e fumo sobre a respiração, germinação e crescimento de plântulas de fumo PATRICK & KOCH (1958) concluíram que os fatores mais importantes na produção de substâncias tóxicas parecem ter sido a espécie e o grau de maturidade do material vegetal adicionado, a umidade, o pH do solo e o período de decomposição do material vegetal. Substâncias capazes de reduzir a respiração das plântulas de fumo em 50 a 90% foram obtidas quando alguns desses resíduos sofreram decomposição por 15 a 25 dias sob condições de alta umidade e quando o pH da solução do solo estava abaixo de 5,5 durante esse período. Os autores observaram ainda que os extratos que tinham sido

altamente tóxicos inicialmente originaram produtos de baixa toxicidade quando o pH foi aumentado.

DALTON et alii (1983) observaram uma diferença na retenção do ácido ferúlico sob pH 5,0 e 7,9 em montmorilonita, o que pode estar relacionado à saturação de Ca^{+2} . A um pH de 7,9 o ácido ferúlico está na forma aniônica podendo se ligar, através de uma ponte de cátion (Ca^{+2}) às partículas de argila, portanto, sua recuperação em solução é menor. A adsorção através de um íon trocável provocará a aproximação de moléculas orgânicas favorecendo a polimerização.

Por outro lado, alguns autores não observaram efeito ou observaram um efeito oposto do pH na ação alelopática dos ácidos fenólicos, o que talvez se deva ao grande número de substâncias alelopáticas, as quais possuem propriedades diferentes. Avaliando o efeito de soluções dos ácidos caféico, clorogênico, t-cinâmico, p-cumárico, ferúlico, gálico, 5-sulfosalicílico, vanílico e de p-hidroxibenzaldeído e vanilina sobre o crescimento, fotossíntese, relações hídricas e o conteúdo de clorofila em plantas de soja, PATTERSON (1981) observou que não existiu correlação entre o pH das soluções, que variou de 3,1 a 5,8, e o seu efeito sobre o crescimento.

No entanto, avaliando a influência do pH na liberação de compostos fenólicos do solo, raízes e palha, WHITEHEAD et alii (1981) observaram que as quantidades de ácidos fenólicos extraídos aumentaram com o aumento do pH, o qual variou entre 7,5 e 10,5 e talvez, nessas condições o efeito alelopático fosse

maior. A valores de pH menores que 7,5 as quantidades de compostos fenólicos extraídos foram extremamente baixas.

BLUM et alii (1991), avaliando o conteúdo de ácidos fenólicos em solo submetido ao plantio de trigo com e sem preparo convencional, e soja com preparo convencional, concluíram que o conteúdo de ácidos fenólicos das amostras de solo correlacionou com o conteúdo de C, N, pH e conteúdo de água do solo e afirmaram ainda que, a valores de pH mais altos a solubilização de ácidos fenólicos é maior.

2.4.4. Teor de matéria orgânica do solo

Avaliando o efeito do uso do solo sobre a composição e produção de ácidos fenólicos em solos, MACIAK & HARMS (1986) concluíram que os conteúdos de matéria orgânica e de ácidos húmicos parecem ser responsáveis pelos níveis de fenóis e que o húmus de formação mais recente decompõe mais rapidamente que o formado anteriormente enquanto que os ácidos fenólicos, pelo fato de serem resistentes à biodegradação, permanecem e acumulam.

HUANG et alii (1977) observaram que a remoção da matéria orgânica de solos levou a um decréscimo na adsorção de compostos fenólicos pelos mesmos.

Estudando a recuperação do ácido ferúlico em sistemas onde variou-se a mineralogia (gibsitita, goetitita, caulinita ou montmorilonita), o conteúdo de matéria orgânica e o pH foi ajustado a aproximadamente 4,5 ou 7,5, DALTON et alii (1983)

concluíram que a matéria orgânica foi o componente do solo mais ativo na retenção irreversível do ácido ferúlico. Os componentes inorgânicos do solo foram menos ativos nesse processo do que a matéria orgânica e parecem ter entre si atividade semelhante. Observaram também que a retenção irreversível do ácido ferúlico pelo solo e seus componentes foi maior ao pH de 7,5.

Avaliando o efeito do conteúdo de matéria orgânica e argila do solo sobre a resposta de plântulas de pepino ao ácido ferúlico, BLUM et alii (1987) concluíram que, em um sistema solo - planta - microrganismo a absorção pelas raízes de pepino e a utilização por microrganismos do ácido ferúlico são os fatores primários na depleção deste ácido da solução do solo. Os conteúdos de matéria orgânica e argila dos solos são fatores secundários (sob condições ideais de crescimento das plântulas) e somente quando grandes quantidades de ácido ferúlico são adicionadas ao solo, a argila e matéria orgânica tornam-se importantes fatores na determinação da disponibilidade de ácido ferúlico e da ocorrência de fenômeno alelopático.

2.4.5. Fertilidade do solo

Avaliando o efeito de níveis de nitrogênio e aplicação de ácido ferúlico no desenvolvimento de plântulas de pepino, KLEIN & BLUM (1990) observaram que este ácido inibiu o crescimento das plântulas em todos os níveis de N.

Resíduos de tiririca inibiram a germinação do caruru

gigante (*Amaranthus retroflexus*), erva formigueira (*Chenopodium album*) e capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) com a toxicidade dos tubérculos de tiririca correlacionando com o teor de potássio e nitrato do solo (MEDEIROS, 1990).

A aplicação de calcáreo em solos inundados e com grande quantidade de palha de arroz levou a maiores produções pelo efeito detoxificante do Ca que pode se ligar às toxinas passando-as para formas não tóxicas (WALLER, 1987).

Avaliando o efeito de concentrações de ácido p-cumárico e vanílico sobre o desenvolvimento de cevada (*Hordeum vulgare*) em areia com solução nutritiva com vários níveis de N e P, STOWE & OSBORN (1980) observaram que a toxicidade dos compostos fenólicos parece ser intimamente dependente da concentração de nutrientes. Os ácidos fenólicos foram inibitórios somente a baixas concentrações de N e P.

2.5. Processos afetados pelas substâncias alelopáticas nas plantas

A ação das substâncias alelopáticas nas plantas não é muito específica. Assim, uma única substância pode provocar vários efeitos, dependendo mais da concentração, translocação e destoxificação, do que da própria composição química (ALMEIDA, 1988). Algumas vezes ainda, uma única substância pode ter um efeito estimulante ou inibitório em função de sua concentração no meio. Em geral, substâncias consideradas inibitórias à germinação

têm efeito estimulante sobre esse processo a baixas concentrações, com os inibidores parecendo agir sobre a atividade enzimática e outras atividades fisiológicas da planta (McCALLA & HASKINS, 1964).

Um dos processos afetados pelas substâncias alelopáticas é a fotossíntese, dado a influência dessas substâncias sobre o conteúdo de clorofila, a condutância estomática e o potencial de água na planta. Plantas de soja tratadas com extratos aquosos de *Abutilon theophrasti* apresentaram um aumento na resistência difusiva, sugerindo um fechamento parcial dos estômatos. Mostraram ainda evidência de estresse por água com potencial de água na folha, muitas vezes, tão baixo quanto -20 bars, reduzido conteúdo de água e menor conteúdo de clorofila quando comparadas à testemunha. Isto sugere que as substâncias produzidas por *Abutilon* causam um estresse hídrico e uma redução na taxa fotossintética levando a um menor crescimento e produção de matéria seca (COLTON & EINHELLIG, 1980).

Trabalhando também com soja e avaliando o efeito de várias substâncias alelopáticas sobre o crescimento, PATTERSON (1981) observou reduções significativas na produção de matéria seca causadas pelos ácidos caféico, t-cinâmico, p-cumárico, ferúlico, gálico e vanílico, associadas primariamente com reduções na condutância estomatal e no conteúdo de clorofila na folha, e conseqüentemente, da fotossíntese.

EINHELLIG & LEATHER (1988) associaram o menor peso das

plantas de sorgo crescidas em solo com resíduos de *Kochia scoparia*, *Helianthus tuberosus* e *Xanthium strumarium*, quando comparado à testemunha, ao efeito sobre o balanço de água.

O efeito inibitório de substâncias presentes em tricomas de *Parthenium hysterophorus* L. foi evidente na redução do conteúdo de clorofila e peso seco da parte aérea de plântulas de feijão (KANCHAN & JAYACHANDRA, 1980).

Um outro processo afetado pelas substâncias alelopáticas é a absorção de nutrientes. Avaliando a influência de 12 ácidos fenólicos naturais sobre a absorção de potássio em cevada, GLASS (1974) concluiu que todos causaram uma significativa redução na absorção de K^+ , a qual é expressa rapidamente e é dependente da concentração externa do inibidor. No entanto, uma rápida recuperação da capacidade de absorção ocorre com a remoção do ácido fenólico, o que parece indicar um efeito direto sobre a membrana celular. O autor observou ainda que o aumento da hidroxilação dentro de uma série de substâncias tende a diminuir a capacidade inibitória em função de uma diminuição da solubilidade em lipídeo da substância.

GLASS & DUNLOP (1974) observaram que a membrana de células radiculares de cevada rapidamente depolarizou com a adição de ácido salicílico ao meio, ou seja, passou de um influxo líquido de potássio para um efluxo. Outros ácidos benzóicos e cinâmicos de ocorrência natural também depolarizaram a membrana celular e foi também observada correlação positiva entre os valores de depolarização para os ácidos benzóicos e suas

solubilidades em lipídeos, o que é uma evidência de que a membrana celular é o sítio primário de ação.

Os ácidos salicílico e ferúlico inibiram a absorção de potássio raízes de aveia (*Avena sativa*) sendo que desses, o ácido salicílico foi o mais inibitório (HARPER & BALKE, 1981). Estes autores observaram também que a inibição foi maior com o abaixamento do pH e aumento da concentração do ácido. A absorção de ácido salicílico aumentou também em pH mais baixo.

Com relação à absorção de fósforo, GLASS (1973) observou que vários ácidos benzóicos e cinâmicos inibiram a absorção de fosfato pelas raízes de cevada. O grau de inibição se correlacionou com a solubilidade em lipídeos desses compostos fenólicos e parece que a inibição ocorre através da alteração das propriedades da membrana. O autor observou ainda que em geral, os compostos polihidroxilados foram menos efetivos do que os derivados não hidroxilados ou metoxilados. A posição da hidroxila também afeta a inibição e os derivados do ácido cinâmico mostraram-se mais inibitórios que os derivados do ácido benzóico.

Algumas vezes o aparente efeito primário sobre a absorção de fósforo pode, na verdade, ser um efeito secundário da ação das substâncias alelopáticas. Avaliando o efeito de extratos aquosos de *Lonicera tatarica*, *Solidago gigantea*, *Aster macrophyllus*, *Solanum dulcamara*, *Prunus serotina* e *Rubus idaeus* var. *strigosus* sobre a germinação de sementes, alongamento radicular e crescimento de plântulas de *Pinus resinosa*, NORBY &

KOZŁOWSKI (1980) observaram que a concentração de fósforo nas acículas, quando utilizou-se extratos de *Lonicera* e *Solidago*, foi significativamente mais baixa em relação à testemunha, ocorrendo também efeito na altura, na formação de acículas secundárias e no peso da matéria seca das plântulas.

Com relação à absorção de oxigênio MARCHAIM et alii (1975) observaram que, solução de saponinas de raiz de *Medicago sativa* a 0,5% afetaram a germinação do algodão. No entanto, não exerceram ação direta sobre o embrião mas, afetaram a permeabilidade da casca da semente ao oxigênio, inibindo a respiração e conseqüentemente os processos dependentes de energia.

No que se refere à absorção de nitrogênio, as substâncias alelopáticas parecem afetar o processo de transporte de nitrato. A exposição de plântulas de milho ao ácido ferúlico restringiu a absorção de nitrato e amônio, sendo que a do nitrato foi afetada em maior intensidade e o efeito parece ter sido sobre o processo de transporte deste ânion (JACKSON, no prelo).

As substâncias alelopáticas parecem afetar também a absorção de outros nutrientes. Avaliando o efeito alelopático de *Chenopodium album* e *Senecio vulgaris* sobre plantas de tomate, QASEM & HILL (1989) concluíram que lixiviados de *C. album* reduziram significativamente os pesos de matéria fresca e seca da parte aérea e a acumulação de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea do tomate. Já os lixiviados de *S. vulgaris* não tiveram efeitos significativos sobre o crescimento ou a acumulação de nutrientes

das plantas de tomate.

Além dos processos citados, a divisão e alongamento celular, a respiração, a síntese de proteínas e a atividade enzimática são processos também afetados pelas substâncias alelopáticas (DUKE, 1985).

2.6. Sintomatologia de efeito alelopático

Como normalmente várias substâncias são isoladas e identificadas de uma ação alelopática (PUTNAM & TANG, 1986), as quais afetam várias funções e provocam diversos efeitos colaterais (ALMEIDA, 1988), são muitos os sintomas de fitotoxicidade provocados pelas substâncias alelopáticas, tais como baixa germinação de sementes, falta de vigor das plântulas, morte de plântulas, clorose, inibição do crescimento das raízes primárias e estímulo ao crescimento das secundárias, atrofia de crescimento, abscisão prematura de folhas, retardamento da maturação e deficiência de reprodução (ALMEIDA, 1988; COCHRAN et alii, 1977). Por outro lado, a fitotoxicidade pode ocorrer bem antes que os sintomas visuais sejam evidentes (COCHRAN et alii, 1977).

Existem vários relatos de sintomatologia de efeito alelopático em raízes de várias plantas. Avaliando o efeito da decomposição de resíduos de milho, centeio e fumo sobre a respiração, germinação e crescimento de plântulas de fumo, PATRICK & KOCH (1958) observaram que as substâncias tóxicas

exibiram um efeito inibitório sobre a respiração das plântulas e induziram o escurecimento e a necrose das células radiculares.

Raízes descoloridas que cresceram próximo a resíduos em decomposição apresentaram-se com escurecimento do meristema apical. Isolamentos dessas lesões indicaram a presença de saprófitas do solo e alguns parasitas conhecidos, já que patógenos não foram isolados, muitas dessas lesões podem ter sido produzidas por substâncias tóxicas (PATRICK et alii, 1964).

Em outro trabalho, PATRICK et alii (1963) observaram que plantas de alface (*Lactuca sativa*) e espinafre (*Spinacia oleracea*), crescidas em solo onde foram incorporados resíduos de culturas, apresentavam lesões descoloridas ou deprimidas e meristemas escurecidos nas raízes que cresceram em contato com os resíduos em vários estágios de decomposição. Nos isolamentos feitos dessas lesões não foram encontrados patógenos primários mas, apenas saprófitas do solo.

2.7. Efeitos de plantas daninhas sobre plantas cultivadas

Os prejuízos advindos da interferência, ou seja, competição e alelopatia, ocasionados pelas plantas daninhas em relação às plantas cultivadas variam de 30 a 40% para as condições tropicais (CALQ, 1984).

Como uma das formas de liberação de substâncias alelopáticas é através da decomposição de resíduos vegetais (RICE, 1984; ALMEIDA, 1988), algumas vezes a incorporação de

resíduos de plantas daninhas pode se constituir em uma prática não indicada (BEELL & KOEPPE, 1972).

Há vários relatos da redução do estabelecimento de plântulas e da produção de algodão decorrentes da presença de plantas e de resíduos de plantas daninhas e mesmo de resíduos e da rebrota de culturas anteriores em lavoura de algodão. O desenvolvimento de plântulas de algodão foi inibido por extratos aquosos de palha de trigo e, em experimentos de campo, as maiores reduções na emergência do algodão ocorreram quando os resíduos de trigo estavam presentes no leito de semeadura do algodão (HICKS et alii, 1989).

A emergência e o peso seco do algodão foram reduzidos em cerca de 60 a 80% na presença de quantidades crescentes de fragmentos de *Trifolium incarnatum* e *Vicia villosa* incorporados ao solo. No entanto, não houve efeito quando esses resíduos foram deixados sobre a superfície do solo (WHITE et alii, 1989).

ROBINSON (1976) observou que a ausência de plantas daninhas em lavoura de algodão levou a uma produção de 2300 kg/ha. No entanto, o autor verificou que, quando as plantas daninhas *Digitaria sanguinalis*, *Anoda cristata*, *Sida spinosa* e *Abutilon theophrasti* ocorriam nas entre-linhas, a produção de algodão foi de 850 kg/ha e, quando essas mesmas plantas daninhas ocorriam na linha da cultura, esta não produziu. O autor atribuiu esse efeito negativo das plantas daninhas em relação ao algodão à competição por fatores de crescimento, não fazendo qualquer referência a um possível efeito alelopático.

Entre as plantas daninhas que levam a reduções no estabelecimento de plantas e na produção de culturas, seja por competição por fatores de crescimento ou por efeito alelopático, estão as espécies do gênero *Amaranthus*. Os resíduos de *Amaranthus palmeri* incorporados ao solo inibiram o crescimento de cenoura em 49% e de cebola em 68% (MENGES, 1987).

Em outro trabalho, a presença de resíduos de *Amaranthus palmeri* no solo reduziu a acumulação de matéria fresca em cebola e cenoura e reduziu a germinação de sementes de cenoura e tomate a menos de 7%, sendo os compostos voláteis as substâncias alelopáticas mais ativas dessa planta daninha em relação a essas culturas (BRADOW & CONNICK, 1987).

Avaliando o efeito de extratos aquosos de resíduos de algumas plantas sobre o crescimento do milho e da soja, BHOWMIK & DOLL (1982) observaram que o extrato aquoso de resíduos secos de *Amaranthus retroflexus* L., dentre outros, inibiu o crescimento radicular em milho e o do hipocótilo em soja. Os resíduos dessa mesma planta daninha inibiram também o crescimento do milho e da soja em casa de vegetação e ocorreram reduções na produção de soja que variaram de 14 a 19%, com resíduos dessa e de outras plantas daninhas (BHOWMIK & DOLL, 1982).

Foi constatada pequena influência de *Amaranthus palmeri* sobre a produção de algodão (KEELEY & THULLEN, 1989) devido à competição por fatores de crescimento. No entanto, BUCHANAN & BURNS (1971) afirmaram que a ocorrência desta planta daninha em lavouras de algodão pode levar a perdas de 50 a 70% na produção.

Já a ocorrência de *Amaranthus retroflexus* levou a perdas de 5,4 a 7,3% em produção, as quais foram atribuídas à interferência (competição e efeito alelopático) da planta daninha em relação à cultura mas, não se faz qualquer referência específica a efeito alelopático (BIRD & COBLE, 1991).

Compostos voláteis liberados de resíduos de *Amaranthus* sp inibiram a germinação de sementes e o crescimento radicular em algodão (Bradow & Connick, 1988, citados por CONNICK et alii, 1989).

Nenhum relato foi encontrado na literatura disponível sobre efeito alelopático de *Amaranthus viridis* em relação ao algodão.

3. MATERIAL E METODOS

A parte experimental deste trabalho compreendeu duas fases. Na primeira avaliou-se o potencial alelopático da incorporação de resíduo de caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.), em diferentes concentrações, em três solos em suas condições químicas originais (1º experimento) e, posteriormente, nos mesmos solos corrigidos com CaCO_3 e MgCO_3 (2º experimento), sobre a germinação do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Na segunda fase avaliou-se o potencial alelopático da incorporação de resíduo de caruru de mancha, em diferentes concentrações, nos três solos corrigidos com CaCO_3 e MgCO_3 , sobre o crescimento inicial do algodão.

3.1. Local

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras, Minas Gerais.

3.2. Solos

Os solos utilizados foram Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Areia Quartzosa distrófica (AQd), representativos de extensa área de cultivo de algodão irrigado no Sudoeste da Bahia, e um Latossolo Roxo (LR), do Município de Lavras. O resultado das análises químicas é mostrado no Quadro 1, as quais foram efetuadas conforme VETTORI (1969) com modificações (EMBRAPA, 1979) para pH em H₂O, H + Al extraído pelo método SMP, Ca, Mg e Al extraído pelo KCl 1N, P e K extraídos pelo HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N. O teor de matéria orgânica foi determinado pelo método proposto por RAIJ et alii (1987). O Quadro 2 apresenta a análise granulométrica, efetuada segundo metodologia de DAY (1965) e a mineralogia dos solos, conforme determinação feita por MUGGLER (1989).

3.3. Correção dos solos

Os três solos foram corrigidos com CaCO₃ e MgCO₃ p.a. na proporção de 4:1, para elevar a saturação em bases para 70%, adicionando-se o equivalente a 1,2 t/ha; 0,27 t/ha e 6,6 t/ha, respectivamente, para os solos AQd, PVe e LR. As características químicas dos solos após correção são apresentadas no Quadro 3.

QUADRO 1 - Características químicas dos solos estudados.

Solos	pH em água	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	matéria orgânica
		ppm		meq/100 cm ³				%
AQa	5,3	21,5	16,5	1,2	0,1	0,1	2,2	0,9
PVe	5,8	19,3	66,0	2,6	0,7	0,1	1,8	1,2
LR	4,9	2,0	35,0	0,4	0,1	1,5	9,8	3,7

QUADRO 2 - Características texturais e mineralógicas dos solos estudados.

Solos	Areia	Silte	Argila	Caulinita	Gibsitita	Goetitita	Hematita
	%						
AQa	97	0	3	60	2	7	0
PVe	61	20	19	42	2	9	2
LR	15	12	73	19	47	17,5	10,9

QUADRO 3 - Características químicas dos solos estudados após correção com CaCO₃ e MgCO₃.

Solos	pH em água	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al
		ppm		meq/100cm ³			
AQa	7,0	22	18	2,2	0,4	0,1	0,8
PVe	5,9	15	60	2,8	0,7	0,1	1,3
LR	6,0	2	50	4,7	1,5	0,1	4,0

3.4. Resíduo incorporado

O resíduo vegetal utilizado foi o da planta daninha caruru de mancha, também conhecida como cariru ou bredo. O material consistiu de plantas completas, ou seja, com raiz, caule, folhas, inflorescência, frutos e sementes, as quais foram coletadas com a mesma idade em um único local da Escola Superior de Agricultura de Lavras, em fevereiro de 1991. Após a coleta, o material foi seco em estufa de ventilação forçada a 60-70°C até peso constante. Foi então moído, acondicionado em potes e armazenado em geladeira até sua utilização. A caracterização desse material foi feita através da determinação do seu conteúdo total de nitrogênio e, determinação de NO_3^- e NH_4^+ produzidos durante a incubação desse material nos três solos em um período de 45 dias (KEENEY & BREMNER, 1966, cujos resultados se encontram nos Quadros 1A, 2A e 3A. A avaliação da mineralização/imobilização do nitrogênio foi feita no sentido de neutralizar qualquer possibilidade do efeito do resíduo, principalmente no crescimento do algodoeiro, estar relacionado com deficiência de nitrogênio causada pela imobilização desse nutriente.

3.5. Cultura

A variedade de algodão utilizada foi a IAPAR-2-Paraná cujas sementes apresentaram um poder germinativo de 87%. As sementes foram deslintadas com ácido sulfúrico, utilizando-se nos

experimentos apenas sementes puras.

3.6. 1ª Fase - Potencial alelopático do caruru de mancha, incorporado em três solos sem e com correção da acidez, sobre a germinação do algodão

Utilizou-se copos plásticos de aproximadamente 150 ml, preenchidos com os diferentes solos sem correção da acidez (1º experimento, instalado em maio de 1991) e com correção da acidez (2º experimento, instalado em agosto de 1991), de forma a se ter densidades do solo próximas de $1,2 \text{ g/cm}^3$, e incorporou-se, em todo o volume as diferentes quantidades de resíduo de caruru.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em sistema de fatorial 3×6 (três solos e seis concentrações de resíduo de caruru incorporado (0,0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2% (peso/peso)).

Três dias antes da semeadura, adicionou-se a cada copo o correspondente a 50% do volume de água para um potencial matricial de 0,1 atm para o PVe e o LR e de 0,06 atm para a AQA, com base nas curvas de retenção (Figura 1). Em seguida cobriu-se os copos com papel alumínio para a manutenção da umidade e colocou-se na casa de vegetação esperando assim que, no momento da semeadura o resíduo de caruru já estivesse em decomposição.

Semeou-se o algodão colocando-se 4 sementes/copo a uma profundidade de 3 cm e em seguida, completou-se o volume de água para se atingir o potencial matricial especificado e cobriu-se

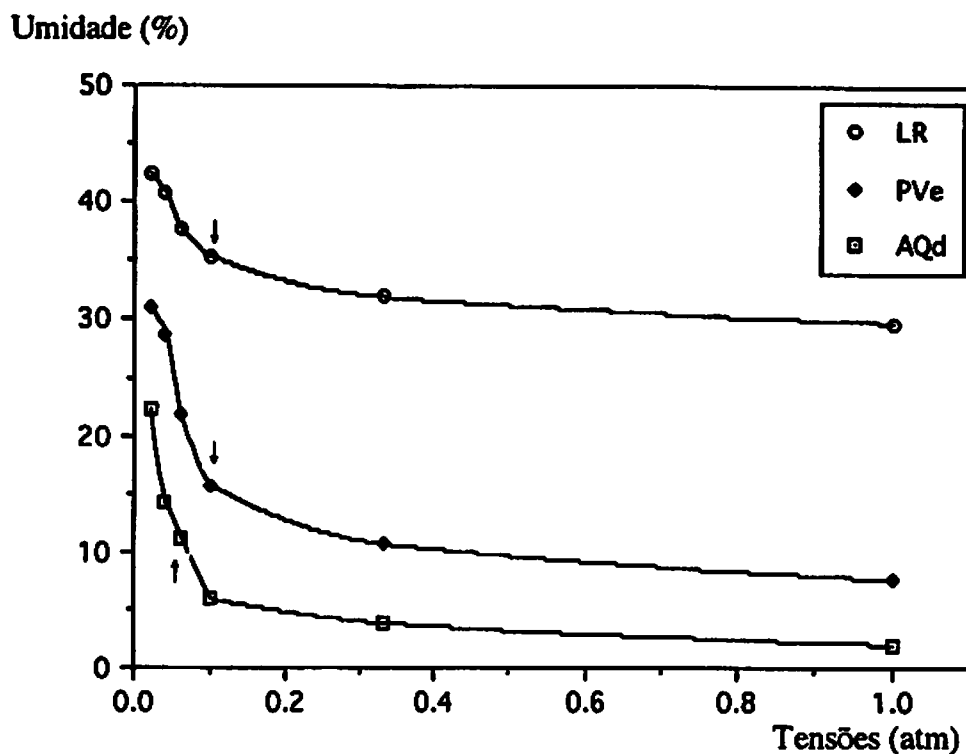


FIGURA 1 - Curvas de retenção de água para os solos Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR). (As setas indicam o potencial matricial adotado para cada solo).

novamente os copos com papel alumínio para a manutenção da umidade. Essa cobertura foi mantida até que as primeiras plântulas emergissem. Retirou-se então o papel alumínio de todos os copos e passou-se a controlar o conteúdo de água por pesagem.

Fez-se as avaliações contando-se o número de plântulas emergidas por dia, onde considerou-se como emergidas as plântulas que apresentavam o caule totalmente na posição vertical. Com

esses dados calculou-se então o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) dado por:

$$\text{IVE} = \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_n}{T_n} \quad (\text{MAGUIRRE, 1962})$$

onde,

G_n = número de plântulas emergidas no dia n

T_n = n dias após a semeadura

Encerrou-se o experimento aos 29 dias após a semeadura com os solos sem correção da acidez e aos 22 dias após a semeadura com os solos com acidez corrigida, ocasião em que a emergência cessou. Submeteu-se os dados à análise de variância conjunta a 1% de probabilidade e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.7. 2ª Fase - Potencial alelopático do caruru de mancha, incorporado em três solos com acidez corrigida, sobre o crescimento inicial do algodão

Utilizou-se copos plásticos de aproximadamente 500 ml, envoltos com papel alumínio, preenchidos com os diferentes solos corrigidos com CaCO_3 e MgCO_3 , de forma a se ter densidades do solo próximas de $1,2 \text{ g/cm}^3$. Incorporou-se as diferentes quantidades de resíduo de caruru apenas no volume de solo contido

na metade inferior do copo. Com isso pretendeu-se isolar a germinação de um possível efeito alelopático do resíduo.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em um esquema fatorial 3 x 6 (3 solos e seis concentrações de resíduo de caruru incorporado (0,0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2).

No volume de solo contido na metade inferior dos copos aplicou-se uma adubação de plantio, colocando-se, em $\mu\text{g/g}$ de solo, o correspondente a 50 de N, 120 de P e 300 de K na Areia Quartzosa distrófica; 50 de N, 150 de P e 300 de K no Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico e 50 de N, 250 de P e 300 de K no Latossolo Roxo, utilizando-se como fonte de N o sulfato de Amônio, de P o superfosfato simples e de K o Cloreto de potássio. Foi também aplicado FTE DR-12 a 42 $\mu\text{g/g}$ de solo na AQA, 51 no PVe e 56 no LR.

No centro dos copos colocou-se um canudo plástico de refrigerante para adubação em cobertura com a extremidade inferior apresentando perfurações nas laterais. Dessa forma colocou-se, em $\mu\text{g/g}$ de solo, em cada parcela aproximadamente 350 de N na forma de uréia, 250 de K na forma de fosfato de potássio e cloreto de potássio e 200 de P na forma de fosfato de potássio.

Fez-se tanto a adubação de plantio como as em cobertura na metade inferior dos copos, local de aplicação dos resíduos de caruru.

Fez-se a semeadura do algodão colocando-se 4 sementes/copo a uma profundidade de 2 cm e, nesse mesmo dia,

colocou-se em cada copo o volume de água destilada correspondente para a manutenção do volume de solo contido na metade superior do copo, onde não havia resíduo e onde colocou-se as sementes, no potencial matricial adotado para cada solo na 1ª fase do trabalho. Dessa maneira, tentou-se minimizar qualquer efeito do resíduo incorporado sobre a germinação das sementes de algodão. Em seguida, cobriu-se os copos com papel alumínio para a manutenção da umidade e colocou-se na casa de vegetação.

Posteriormente, adicionou-se água destilada aos copos diariamente, em um período de três dias, para que todo o volume de solo contido nos copos atingisse o potencial matricial adotado.

Assim que as primeiras plântulas emergiram removeu-se o papel alumínio dos copos e passou-se a controlar o conteúdo de água por pesagem, mantendo-a no potencial matricial adotado para cada solo (capacidade de campo, ou seja, aproximadamente 0,01 MPa).

A metodologia utilizada para isolar o efeito da incorporação de resíduo no crescimento, daquele sobre a germinação, mostrou-se adequada uma vez que, não foi observado efeito da incorporação de resíduo no volume de solo contido na metade inferior dos copos sobre a germinação de sementes, que ocorreu no volume de solo contido na metade superior dos copos.

Quinze dias após a semeadura fez-se o desbaste deixando-se 2 plantas/copo.

Aos 17 dias após a semeadura passou-se a adicionar a

água, para manter o solo no potencial matricial adotado, através do canudo plástico, colocado inicialmente apenas para a aplicação das adubações em cobertura. Assim, fazia-se uma espécie de irrigação subsuperficial, forçando ainda mais o sistema radicular a adentrar no volume de solo que continha resíduo em busca de água. E, também, havia a tendência dessa água ou melhor, da solução do solo juntamente com possíveis substâncias alelopáticas liberadas pelo resíduo de caruru de mancha, ascender por capilaridade ao volume de solo contido na metade superior dos copos.

Esse procedimento só foi alterado, ou seja, voltou ao inicial, colocando-se a água pela superfície do solo, quando eram feitas as adubações em cobertura.

Encerrou-se o experimento aos 46 dias após a semeadura e avaliou-se as seguintes características: a altura, o peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca do sistema radicular, a condutância estomática e transpiração às 11 horas em dia sem qualquer nebulosidade com o auxílio de um porômetro (STEADY STATE POROMETER, LICOR - 1600 m, in LI - COR Ltda.). Obteve-se o potencial de água na planta às 6 horas com o emprego de bomba de pressão (SCHOLANDER et alii, 1965).

As folhas usadas eram cortadas e imediatamente colocadas em envelopes de papel alumínio e então em caixa de isopor com gelo para se evitar a desidratação das mesmas. Em seguida fez-se as medições na bomba de pressão.

Obteve-se o conteúdo relativo de água (CRA) às 6 horas

a partir das mesmas folhas utilizadas nas avaliações de potencial de água na planta. Retirou-se amostras compostas de quatro discos foliares com 0,6 cm de diâmetro do centro do limbo foliar, evitando-se a nervura central, e imediatamente pesou-se para obter o peso da matéria fresca (PF). Em seguida, colocou-se os discos foliares em vidros com água destilada para atingirem a saturação hídrica. Após 24 horas, secou-se os discos levemente e pesou-se para a obtenção da matéria túrgida (PT). Em seguida, secou-se os discos em estufa de ventilação forçada a 60-70°C, até peso constante, e, então, pesou-se para a obtenção da matéria seca (PS). Calculou-se o conteúdo relativo de água segundo a expressão:

$$\text{CRA} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} \times 100$$

Para determinação de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Mn e Fe na parte aérea das plantas, obteve-se os extratos da matéria seca por digestão nitro-perclórica (SARRUGE & HAAG, 1974), exceto para o B, cuja extração foi por via seca; determinou-se P e B por colorimetria, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Determinou-se os teores de N, através de digestão sulfúrica, pelo método semi-micro Kjeldahl.

3.8. Análise estatística

Antes de se proceder à análise estatística, submeteu-se os dados obtidos ao teste de SHAPIRO & WILKINS para verificar se estes apresentavam ou não distribuição normal. Quando os dados não apresentavam distribuição normal fez-se as transformações necessárias para que isto ocorresse e quando nenhuma transformação levou a isso, apresentou-se apenas a tendência geral dos dados fato, que ocorreu com os dados de peso de matéria seca da parte aérea, altura das plantas, condutância estomática e ferro na parte aérea.

Para os dados de conteúdo relativo de água e de potencial de água na planta às 6 horas procedeu-se a transformação para o arco seno, os dados de zinco e manganês na parte aérea foram transformados para o logaritmo decimal (\log_{10}).

Submeteu-se então os dados à análise de variância (a 1% de probabilidade) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. 1ª Fase: Potencial alelopático do caruru de mancha, incorporado em três solos, com e sem correção da acidez, sobre a germinação do algodão

Houve efeito significativo a 1% de probabilidade da correção da acidez (Quadro 4). Quando houve a correção, o IVE atingiu maiores valores (Figura 2). Uma vez que não houve, em cada um dos dois experimentos, tratamento com e sem correção da acidez dos solos e que estes dois experimentos foram realizados em épocas diferentes de um mesmo ano (maio e agosto de 1991), no efeito de correção está também embutido o efeito do ambiente. Deve-se lembrar entretanto que, os dois experimentos foram realizados em casa de vegetação cujas condições ambientais não variaram muito uma vez que, a temperatura média, importante fator ambiental a afetar a decomposição de resíduos vegetais, externa à casa de vegetação, foi de 18,2°C durante a condução do 1º experimento e de 18,8°C durante a condução do 2º experimento, ou seja, praticamente não houve diferença entre as temperaturas médias.

QUADRO 4 - Análise de variância conjunta para a variável IVE, Lavras, 1992.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Correção	1	0,498	0,498	42,26**
Blocos/sem correção	2	0,085	0,043	3,61*
Blocos/com correção	2	0,002	0,001	0,09ns
Bloco (correção)	4	0,087	0,022	1,85ns
Solo	2	0,803	0,402	34,07**
Correção x solo	2	0,285	0,142	12,07**
Resíduo	5	1,046	0,209	17,73**
Correção x resíduo	5	0,090	0,018	1,53ns
Solo x resíduo	10	0,541	0,054	4,59**
Correção x solo x resíduo	10	0,211	0,021	1,79ns
Erro (correção)	68	0,802	0,012	
Total	107	4,450		

ns - não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

CV = 30,54%.

Conclui-se que o efeito significativo observado entre os dois experimentos deve-se à correção da acidez dos solos.

A interação correção x solo foi significativa ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 4). O efeito da correção da acidez sobre o IVE do algodoeiro foi maior no LR (Quadro 5) o que se deve ao seu baixo pH inicial (4,9) e à sua alta saturação de Al^{+3}

QUADRO 5 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) com e sem correção da acidez (médias das 6 concentrações de resíduos), Lavras, 1992.

Solo	IVE	
	Sem correção	Com correção
PVe	0,40 a B	0,50 a A
LR	0,24 b B	0,52 a A
AQd	0,23 b A	0,26 b A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

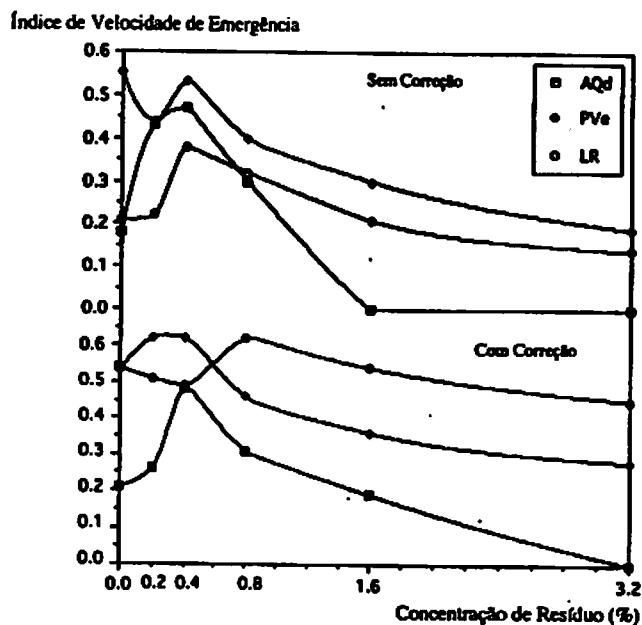


FIGURA 2 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro em uma Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), sem qualquer correção da acidez desses solos (a) e com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 (b), Lavras, 1992.

(70,3%). No PVe também ocorreu efeito significativo, no entanto, em menor proporção.

Observou-se também que houve efeito da adição do resíduo de caruru aos solos sobre o IVE do algodoeiro, significativo ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 4). A interação correção x resíduo não foi significativa.

Quando se fez a correção da acidez dos solos o IVE do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, continuou a apresentar praticamente o mesmo comportamento do que quando não se havia feito a correção (Figura 2) (Quadro 6), ou seja, uma tendência de efeito estimulante nas mais baixas con-

QUADRO 6 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, nos três solos, em função da concentração de resíduo incorporado e com e sem correção da acidez (médias dos 3 solos), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	IVE	
	Sem correção	Com correção
0	0,31 ab A	0,39 abc A
0,2	0,36 a A	0,43 abcbA
0,4	0,46 a A	0,54 a A
0,2	0,36 a A	0,43 abc A
0,8	0,34 a B	0,53 ab A
1,6	0,17 bc B	0,37 bc A
3,2	0,11 c B	0,29 c A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

centrações de resíduo incorporado (até 0,8%) e um efeito inibitório nas concentrações mais altas.

No entanto, é importante observar que, embora tenha ocorrido efeito inibitório sobre o IVE com a incorporação de resíduo nas concentrações mais altas, este efeito inibitório parece ter sido maior quando não se fez a correção da acidez dos solos uma vez que, a 1,6 e 3,2 (p/p) de resíduo incorporado as médias para o IVE, com e sem correção da acidez, passaram a diferir estatisticamente entre si (Quadro 6).

Alguns trabalhos têm mostrado que a atividade dos ácidos é manifestada no seu grau máximo somente quando eles estão na forma não dissociada. Como uma diminuição do pH leva a um aumento na proporção relativa de não dissociados/dissociados, o potencial de fitotoxicidade aumenta muito com o aumento da acidez do ambiente ao redor da célula ou raiz (JALAL & READ, 1983). Por outro lado, em pH mais alto as substâncias alelopáticas tendem a se dissociar e ligar, através de uma ponte de cátion, normalmente com o Ca^{+2} , às partículas de argila. DALTON et alii (1983) observaram, que a pH 7,9 o ácido ferúlico está na forma aniônica podendo se ligar através de uma ponte de cátion às partículas de argila. Isto provocará a aproximação de moléculas orgânicas favorecendo a polimerização, constituindo este processo uma etapa da retenção irreversível dessas substâncias. Com isto, há um menor efeito alelopático sobre os organismos presentes no ambiente em questão.

No entanto, PATTERSON (1981) observou que não existiu

correlação entre o pH das soluções, que variou de 3,1 a 5,8, e o seu efeito sobre o crescimento quando avaliou-se o efeito de soluções de várias substâncias alelopáticas sobre o crescimento, fotossíntese, relações hídricas e o conteúdo de clorofila em plantas de soja. WHITEHEAD et alii (1981), avaliando o efeito do pH na liberação de compostos fenólicos de solo, raízes e palha, observaram que as quantidades de ácidos fenólicos extraídos aumentaram com o aumento do pH, o qual variou entre 7,5 e 10,5.

É importante lembrar também que, a correção da acidez do solo, através da calagem, é uma prática com enorme influência sobre os microrganismos do solo e suas funções, de maneira geral, estimulando-os (SIQUEIRA & FRANCO, 1988). Assim, é possível que nos solos que tiveram sua acidez corrigida tenha ocorrido um grande proliferação de microrganismos, os quais podem ter degradado mais rapidamente substâncias alelopáticas, levando a um menor efeito inibitório sobre o IVE do algodoeiro quando se incorporou os resíduos de caruru a 1,6 e 3,2%.

Nota-se também no Quadro 4 que a interação solo x resíduo foi significativa a 1% de probabilidade o que pode ser melhor visualizado no Quadro 7 e Figura 2. Houve um efeito estimulante no IVE do algodoeiro a concentrações mais baixas de resíduo incorporado (até 0,8%), principalmente na AQd e PVe, e um efeito inibitório nas concentrações mais altas, notadamente na AQd.

OLESZEK & JURZYSTA (1987), JESSOP & STEWART (1983), BHOWMIK & DOLL (1982), DROST & DOLL (1980), PATRICK & KOCH (1958)

QUADRO 7 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (médias com e sem correção), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	IVE		
	AQd	PVe	LR
0	0,21 b BC	0,52 a AB	0,33 b A
0,2	0,32 b B	0,54 a A	0,33 b A
0,4	0,51 a A	0,56 a A	0,42 a A
0,8	0,36 a AB	0,45 a ABC	0,48 a A
1,6	0,07 b CD	0,35 a BC	0,39 a A
3,2	0,00 b D	0,28 a C	0,33 a A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

e BHOWMIK & DOLL (1984) também observaram maior efeito alelopático em solos arenosos.

O efeito alelopático inibitório bastante expressivo na AQd, que chegou até mesmo a inibir a germinação do algodoeiro por completo nas concentrações mais altas, deve-se ao baixo teor de argila desse solo (3%) e, conseqüentemente, baixa capacidade de adsorção de substâncias alelopáticas que permaneceram na solução do solo. O menor efeito inibitório observado no PVe e a ausência de efeito no LR com a incorporação de resíduo nas concentrações mais altas é, portanto, conseqüência do maior teor de argila

nesses solos (Quadro 2), respectivamente 19 e 73%.

Assim, torna-se bastante claro o efeito da textura do solo na ocorrência de efeito alelopático e que tal efeito é maior em solos de textura arenosa.

No caso do LR o comportamento observado pode ser devido ainda ao maior teor de matéria orgânica presente nesse solo (Quadro 1). HUANG et alii (1977) observaram que a remoção da matéria orgânica de solos levou a um decréscimo na adsorção de compostos fenólicos pelos solos. Em outro trabalho, SHINDO & KUWATSUKA (1976) concluíram que a matéria orgânica tem importante papel na adsorção de compostos fenólicos.

Embora a interação correção x solo x resíduo não tenha sido significativa (Quadro 4), merece destaque o fato de que a adição de resíduo a 0,4% no LR sem correção da acidez promoveu um efeito estimulante de aproximadamente 80%, em relação à testemunha (Quadro 8 e Figuras 2 e 3). É importante lembrar que, na ausência da correção da acidez, esse solo apresentava um pH de 4,9 e uma saturação de alumínio de 70,3% e que, nessas condições, os resíduos podem ter liberado radicais orgânicos que acabaram por complexar o Al^{+3} tóxico às plantas. A ação complexante de Al^{+3} por radicais orgânicos foi também observada em outras condições por HUE et alii (1986), AHMAD & TAN (1986) e KRETZSCHMAR et alii (1991). Este efeito desapareceu quando se fez a correção da acidez desse solo (Figura 2) indicando que, o efeito estimulante da incorporação de baixa quantidade de resíduo de caruru no LR, sem correção da acidez, possivelmente deveu-se à

QUADRO 8 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Latossolo Roxo (LR) (médias de 3 repetições).

Concentração de resíduo (%)	IVE	
	Com correção	Sem correção
0	0,46 a A	0,21 b A
0,2	0,45 a A	0,21 b A
0,4	0,46 a A	0,38 a A
0,8	0,65 a A	0,32 bA
1,6	0,58 a A	0,21 bA
3,2	0,51 a A	0,14 bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

complexação do Al^{+3} por radicais orgânicos liberados pelo resíduo em decomposição.

A incorporação de resíduo a baixas concentrações (até 0,8%) na AqD, com ou sem correção da acidez do solo, provocou um efeito estimulante no IVE do algodoeiro de até aproximadamente 180% (Figura 4). Isto deve-se provavelmente, à presença de substâncias alelopáticas em baixas concentrações, originárias do resíduo em decomposição (McCALLA & HASKINS, 1964) ou, ainda, ao fato de que os resíduos orgânicos podem ser fonte de auxinas e hormônios (McCALLA et alii, 1963).

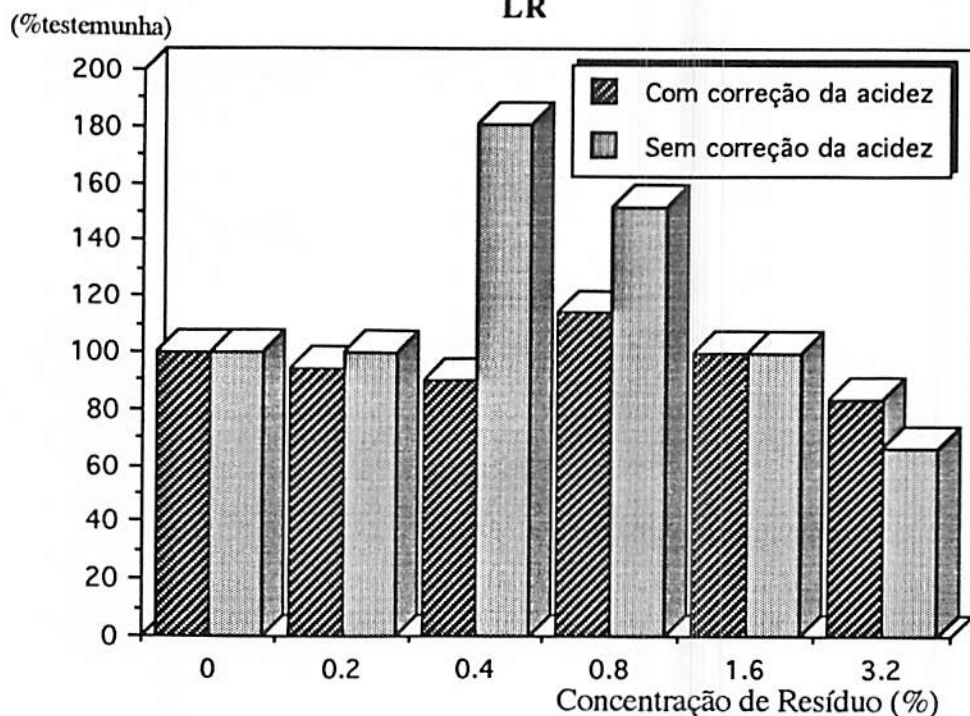


FIGURA 3 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro, expresso como porcentagem da testemunha, em um Latossolo Roxo (LR) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992.

Índice de Velocidade de Emergência
(% Testemunha)

AQd

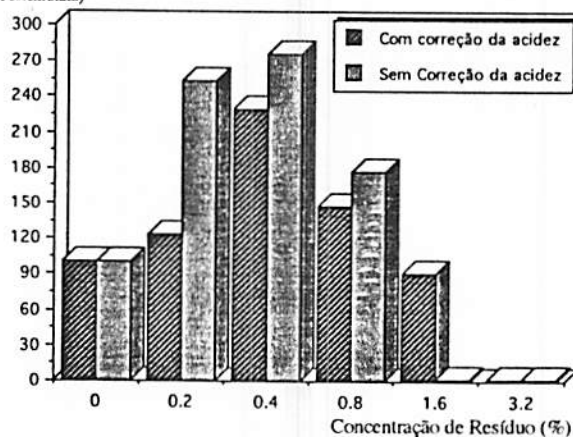


FIGURA 4 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro, expresso como porcentagem da testemunha, em Areia Quartzosa distrófica (AQd) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992.

QUADRO 9 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Areia Quartzosa (AQd) (médias de 3 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	IVE	
	Com correção	Sem correção
0	0,25 a BC	0,17 a BC
0,2	0,20 b BC	0,43 a AB
0,4	0,55 a A	0,47 a A
0,8	0,42 a AB	0,30 a AB
1,6	0,13 a C	0,00 a C
3,2	0,00 a C	0,00 a C

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 4 e Quadro 9 observa-se, quando não se havia feito a correção da acidez na AQd, um efeito estimulante de aproximadamente 150%, em relação à testemunha, com apenas 0,2% de resíduo incorporado. O mesmo não foi observado a essa concentração com acidez corrigida.

É importante notar ainda que, em concentrações de resíduo incorporado superiores a 0,8%, na AQd, houve um efeito inibitório do IVE do algodoeiro bastante expressivo, atingindo até mesmo 100%, em relação à testemunha (Figura 4).

Conclui-se disto tudo que nas Areias Quartzosas a incorporação de resíduos vegetais com potencial alelopático pode

se constituir em mais um fator a agravar o já difícil manejo desses solos, uma vez que, o limite entre efeito estimulante e efeito inibitório da incorporação de resíduos de caruru de mancha foi bastante estreito.

A incorporação de grandes quantidades de resíduos nesses solos e o plantio imediato deve-se constituir em sério problema na germinação e sobrevivência de plântulas de algodão e, possivelmente, de outras espécies. É preciso avaliar o tempo necessário, principalmente em solos mais arenosos, para a degradação e/ou imobilização de substâncias alelopáticas, de tal forma a se ter um maior índice de germinação.

Nota-se ainda no Quadro 9 e Figura 4 que, embora não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos sem e com correção da acidez a 1,6% de resíduo incorporado, na condição de acidez elevada houve 100% de inibição da germinação do algodoeiro, enquanto que, no solo com correção da acidez, a germinação foi semelhante à testemunha (Figura 4) e só apresentou 100% de inibição da germinação do algodoeiro quando se incorporou os resíduos de caruru de mancha a 3,2%.

Conclui-se que, tanto o efeito estimulante como o inibitório fizeram-se sentir mais e a menores níveis de resíduo incorporado, quando não se fez a correção da acidez do solo o que possivelmente deve-se às mesmas razões expostas anteriormente.

Já no PVe (Figuras 2 e 5 e Quadro 10) nota-se que, de maneira geral, não houve efeito estimulante pela incorporação de resíduo a baixas concentrações (até 0,8%); mas sim, um efeito

QUADRO 10 - Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado e da correção da acidez, em Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) (médias de 3 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	IVE	
	Com correção	Sem correção
0	0,48 a AB	0,55 a A
0,2	0,65 a A	0,43 b AB
0,4	0,59 a AB	0,53 a A
0,8	0,50 a AB	0,40 a AB
1,6	0,41 a AB	0,29 a AB
3,2	0,38 a B	0,19 b B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

inibitório progressivo com o aumento da concentração de resíduo incorporado. É importante observar também nas Figuras 2 e 5 e Quadro 10 que, esse efeito inibitório atingiu maiores proporções no solo sem correção da acidez, como foi observado nos outros solos e, provavelmente, pelas mesmas razões já expostas.

Observando o comportamento dos três solos (Figuras 2, 3, 4 e 5) concluiu-se que, a magnitude do efeito inibitório parece estar relacionada à textura do solo, ou seja, a AQd (3% argila) apresentou os maiores níveis de efeito inibitório, seguida por um efeito inibitório intermediário no PVe (19% argila) e praticamente ausência de efeito inibitório no LR (73%

argila).

Durante a condução do experimento onde se utilizou apenas solo corrigido observou-se que, a partir do 10º dia após a sementeira, as plantas que emergiram nos três solos com 0,8; 1,6 e 3,2% de resíduo incorporado, começaram a apresentar-se murchas, embora se mantivesse os solos no potencial matricial adotado inicialmente, com o colo deprimido e escurecido, chegando a morrer. Estes sintomas são semelhantes aos observados em extensa área do sudoeste da Bahia com cultivo de algodoeiro e feijoeiro e infestação de plantas do gênero *Amaranthus*, e que se assemelha bastante à sintomatologia de "damping-off" provocado por *Rhizoctonia solani*.

Para se confirmar ou não a hipótese de "damping-off", fragmentos dos tecidos infectados foram colocados em meio BDA (extrato de 200 g de batata onde adicionou-se 20 g de dextrose e 20 g de ágar, completou-se o volume para 1 litro com água destilada e autoclavou-se, por 20 minutos, a 120°C e a uma pressão de 1 kgf/cm²), em quatro repetições, colocando-se as placas em incubadora a 22°C e com um fotoperíodo de 12 horas luz.

A hipótese de "damping-off" provocado por *Rhizoctonia solani* foi descartada uma vez que, foram identificados no meio de crescimento apenas fungos saprófitas, fato que também ocorreu com o material coletado na área do sudoeste da Bahia, quando começou-se a diagnosticar problemas de germinação e crescimento inicial do algodão.

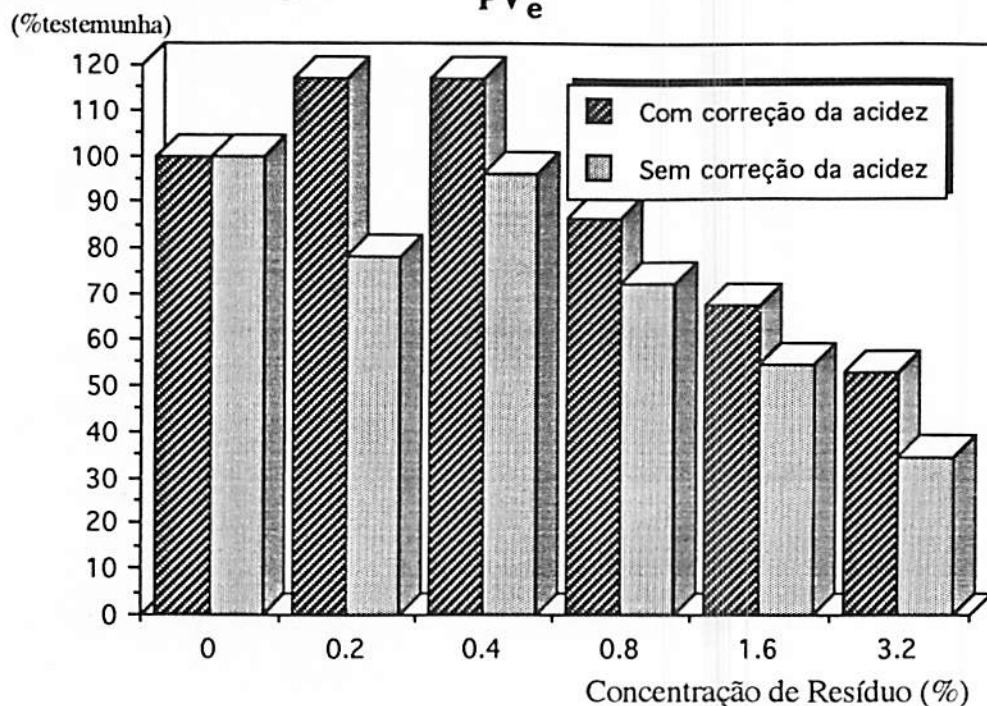


FIGURA 5 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Índice de Velocidade de Emergência (IVE) do algodoeiro, expresso como porcentagem da testemunha, em um Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) com correção da acidez com CaCO_3 e MgCO_3 e sem correção, Lavras, 1992.

Os efeitos adversos da aplicação de resíduos ao solo têm sido algumas vezes atribuídos a uma rápida multiplicação de microrganismos e conseqüentemente, remoção de nutrientes disponíveis, entre eles o nitrogênio, levando à deficiência (QASEM & HILL, 1988; KIMBER, 1967). No entanto, nota-se nos Quadros 1A, 2A e 3A que grandes quantidades de N estavam presentes no solo para crescimento inicial das plantas.

4.2. 2ª Fase - Potencial alelopático do caruru de mancha, incorporado em três solos com acidez corrigida, sobre o crescimento inicial do algodão.

4.2.1. Características biofísicas

4.2.1.1. Peso de matéria seca da parte aérea

O peso de matéria seca da parte aérea (PSPA) decresceu com o aumento da concentração de resíduo de caruru incorporado nos três solos, atingindo uma inibição de até 80%, em relação à testemunha, independentemente do solo, em relação à testemunha, a 3,2% (Figura 7). O efeito negativo foi maior na AQd (Figura 6) e já foi observado a partir de 0,8%, enquanto no PVe e no LR esse efeito foi maior em concentração superior apenas a 1,6% (Figura 7).

O negativo mais drástico na AQd deve-se, provavelmente, ao baixo teor de argila desse solo (3%) e sua baixa atividade (predominantemente caulinita), o que implica numa baixa capacidade de adsorção de substâncias alelopáticas. OLESZEK & JURZYSTA (1987), JESSOP & STEWART (1983), BHOWMIK & DOLL (1982), DROST & DOLL (1980), PATRICK & KOCH (1958) e BHOWMIK & DOLL (1984), também observaram que em solos arenosos o efeito alelopático é maior do que em solos argilosos. Esses resultados estão também de acordo com o que observou-se para o IVE (1ª fase).

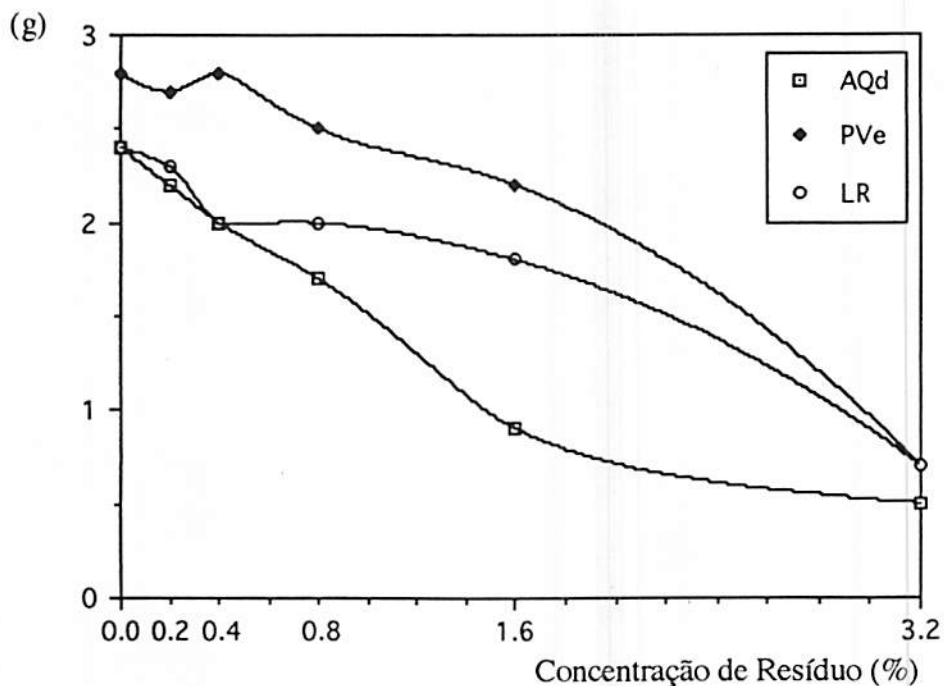


FIGURA 6 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca da Parte Aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

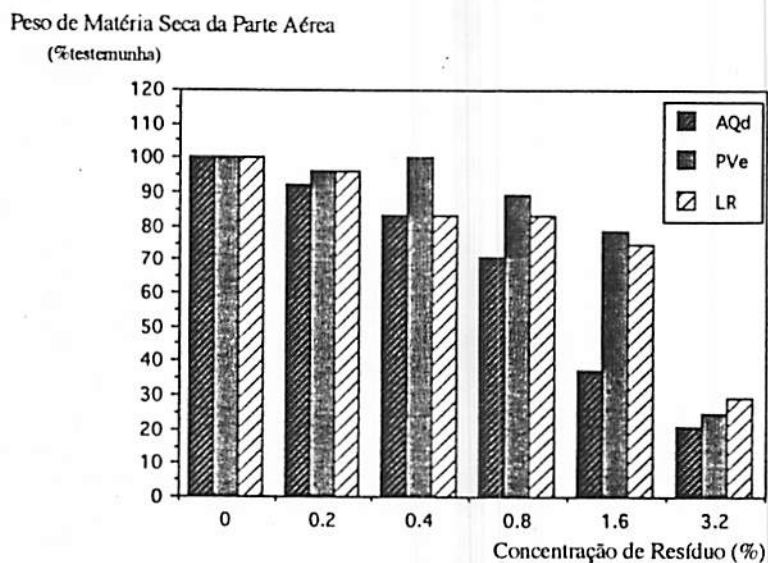


FIGURA 7 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca da Parte Aérea do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

Por outro lado, KACZMARKOWA & WOJTKOWIAK (1991), avaliando a dinâmica de desenvolvimento de comunidades de bactérias e fungos, assim como o nível de fitotoxicidade em areia e em três solos com diferentes texturas e adubados com resíduos de milho e nitrogênio mineral, observaram que, a fitotoxicidade aumentou com o aumento do nível de resíduos de milho e ocorreu por um período maior e a um nível mais alto no solo com maiores teores de silte e argila. Segundo os autores isto talvez se deveu a uma decomposição mais lenta dos resíduos de milho nos solos mais argilosos, o que favoreceria a acumulação de substâncias fitotóxicas.

Considerando o baixo teor de argila do solo PVe, quando comparado com o do solo LR (Quadro 2), esperava-se um menor efeito alelopático dos resíduos de caruru no solo LR. Todavia a Figura 6 mostra o contrário, ou seja, o efeito alelopático foi mais acentuado no solo LR. Portanto, com base nos resultados desse trabalho e de outros autores (EINHELLIG & LEATHER, 1988; KACZMARKOWA & WOJTKOWIAK, 1991), torna-se necessário melhor avaliar o papel da mineralogia.

Segundo LEVITT & LOVETT (1984) muitas substâncias alelopáticas comportam-se no solo como cátions, de forma que as argilas 2:1 são as mais ativas em remover essas substâncias da solução do solo. Ainda, segundo HUANG et alii (1977) a remoção de óxidos de ferro e alumínio menos cristalinos resultou em uma significativa redução da capacidade de retenção de ácidos fenólicos.

Embora os solos neste estudo tenham sido peneirados em peneira de 2 mm o LR continuou a apresentar a sua estrutura característica de microagregados. Neste sentido Cabrera et alii (1981), citados por SOLLINS (1991), observaram que os íons fosfato continuaram a reagir por um maior tempo com agregados de pequenos cristais de lepidocrocita do que com os cristais simples de goetita, indicando que a estrutura em microagregados dificulta o acesso do fosfato a todas as partículas. Assim, embora o LR apresente 73% de argila, esta é composta principalmente por gibsitita e óxidos de ferro, o que confere a esse solo uma estrutura em microagregados que, possivelmente, dificulta o acesso das substâncias alelopáticas a todas as partículas do solo.

Assim, o LR (73% de argila) apresentou na prática comportamento semelhante ao da AQd (3% de argila), ou, intermediário a AQd e PVe. Isto indica que a estrutura, que é dependente da mineralogia do solo, parece ser outro fator que afeta a ocorrência de efeito alelopático.

Nota-se ainda na Figura 7 que a 1,6% de resíduo incorporado houve uma redução de 65% no PSPA das plantas que se desenvolveram na AQd, de 20% no PVe e de 25% no LR.

KANCHAN & JAYACHANDRA (1980) também observaram redução no peso da matéria seca da parte aérea de plântulas de feijão provocada por substâncias presentes em tricomas de *Parthenium hysterophorus*.

Durante a condução do experimento observou-se que, a

partir do 18º dia após a semeadura, as plantas que se desenvolveram na AQd e no LR com a incorporação de resíduos de caruru de mancha a 3,2%, começaram a apresentar-se murchas, com o colo deprimido e escurecido, chegando a morrer, embora se mantivesse os solos no potencial matricial próximo a $-0,01$ mPa. Estes sintomas foram semelhantes aos observados em extensa área do sudoeste da Bahia com cultivo de algodoeiro e feijoeiro e infestação de plantas do gênero *Amaranthus* e também aos observados na germinação, onde não foi isolado, nessas duas últimas situações, fungos fitopatogênicos mas, apenas fungos saprófitas. Uma vez mais, reforça a sintomatologia de efeito alelopático.

4.2.1.2. Peso de matéria seca de raiz

Na análise dos resultados obtidos na análise de variância para o peso de matéria seca de raiz (PSR) (Quadro 11), observou-se um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para os solos sobre o PSR de plantas de algodoeiro.

Nota-se ainda no Quadro 11 que, houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a incorporação do resíduo. E, que a interação solo x resíduo foi significativa a 1% de probabilidade.

Nota-se nas Figuras 8 e 9 que o PSR decresceu à medida que se aumentou a concentração de resíduo incorporado na AQd. Com a incorporação de 3,2% a inibição foi de aproximadamente 90%, em

Quadro 11 - Análise de variância para a variável peso de matéria seca de raiz, Lavras, 1992.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Solo	2	0,33**
Resíduo	5	0,84**
Solo x Resíduo	10	0,08**
Blocos	3	0,03 ns
Erro	51	0,01
Total	71	6,43

C.V. = 16,71%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns - não significativo

relação à testemunha (Figura 9). O efeito inibitório foi maior na AQd e ocorreu até mesmo nas concentrações mais baixas de resíduo incorporado. A 1,6% de resíduo incorporado já observou-se uma redução de 65% no PSR das plantas que se desenvolveram na AQd e de apenas 10% nas que se desenvolveram no LR. No solo PVe não foi observada redução.

Esse efeito inibitório mais drástico na AQd deve-se provavelmente ao baixo teor de argila desse solo (3%) e sua baixa atividade, implicando numa maior concentração dessas substâncias na solução do solo. OLESZEK & JURZYSTA (1987), JESSOP & STEWART (1983), BHOWMIK & DOLL (1982), DROST & DOLL (1980), PATRICK & KOCH (1958) e BHOWMIK & DOLL (1984) também observaram maior efeito alelopático em solos arenosos. Em função disso, esperava-

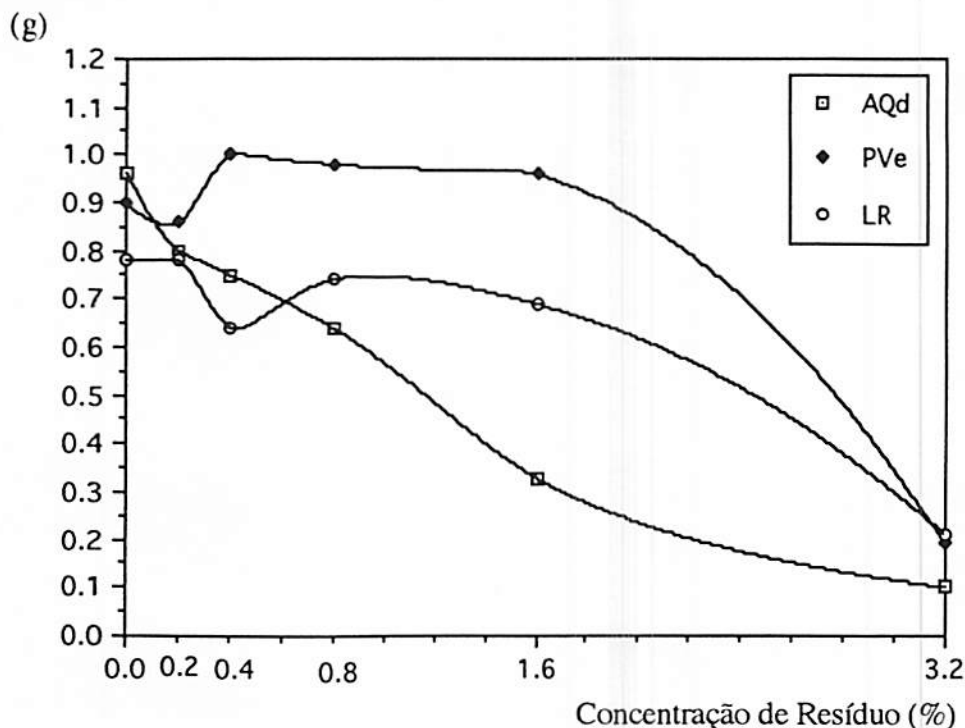


FIGURA 8 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca de Raiz do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

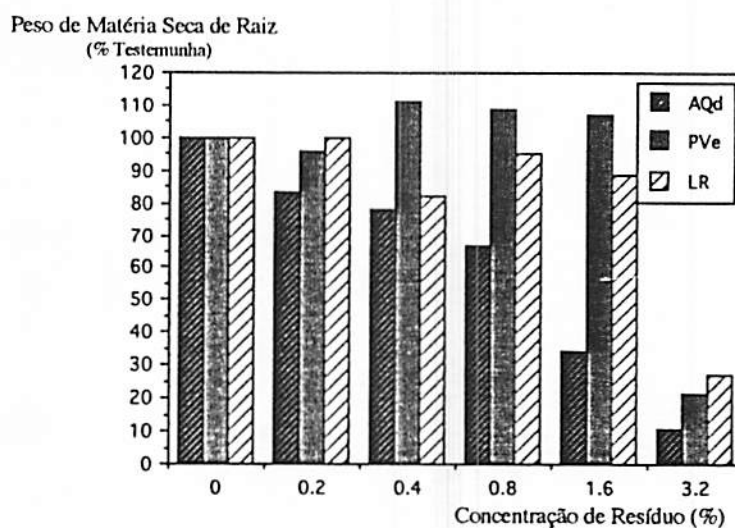


FIGURA 9 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no Peso de Matéria Seca de Raiz do algodoeiro expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

QUADRO 12 - Peso de matéria seca de raiz do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Peso de Matéria Seca de Raiz (g)		
	AQd	PVe	LR
0	0,96 a A	0,90 a A	0,78 a A
0,2	0,80 a AB	0,86 a A	0,78 a A
0,4	0,75 b AB	1,02 a A	0,64 b A
0,8	0,64 b B	0,98 a A	0,74 b A
1,6	0,33 c C	0,96 a A	0,69 b A
3,2	0,10 a C	0,19 a B	0,21 a B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

se que os efeitos inibitórios decorrentes da incorporação de resíduos de caruru de mancha no crescimento de raiz fossem maiores no PVe do que no LR (Figura 8 e Quadro 12). Tal fato não ocorreu, provavelmente pelas mesmas razões já expostas para o efeito no crescimento da parte aérea.

4.2.1.3. Altura das plantas

A Figura 10 mostra que o efeito inibitório da incorporação de resíduos sobre a altura das plantas de algodoeiro

começou ocorrer apenas a partir de 1,6% de resíduo incorporado na AQd, com redução de 40% na altura, em relação à testemunha (Figura 11). No PVe a redução foi de 10% e, por sua vez, no LR foi de 15% (Figura 11). Já a 3,2% houve, nesses dois últimos solos, aproximadamente 50% de efeito inibitório em relação à testemunha (Figura 11) indicando que, ao contrário do PSPA, a altura das plantas de algodoeiro foi muito menos afetada pela incorporação de resíduo de caruru de mancha em pequenas concentrações e também, quando ocorreu efeito inibitório, este atingiu menores proporções do que o observado para o PSPA e PSR.

Nota-se ainda na Figura 10 que as plantas que se desenvolveram na AQd foram mais prejudicadas no crescimento em altura pela incorporação de quantidades crescentes de resíduos de caruru de mancha do que as plantas que se desenvolveram no PVe e LR. A partir de 0,8% de resíduo incorporado já começou a existir diferença com relação aos outros dois solos indicando mais uma vez que o efeito alelopático é dependente da textura do solo e é maior em solos arenosos como observado por vários autores em outras condições (OLESZEK & JURZYSTA, 1987; JESSOP & STEWART, 1983; BHOWMIK & DOLL, 1982; DROST & DOLL, 1980; PATRICK & KOCH, 1958 e BHOWMIK & DOLL, 1984).

Parece assim que, como será visto posteriormente, os compostos alelopáticos liberados do resíduo incorporado reduziram a absorção e utilização da água e de nutrientes e conseqüentemente o peso de matéria seca da raiz, da parte aérea e a altura.

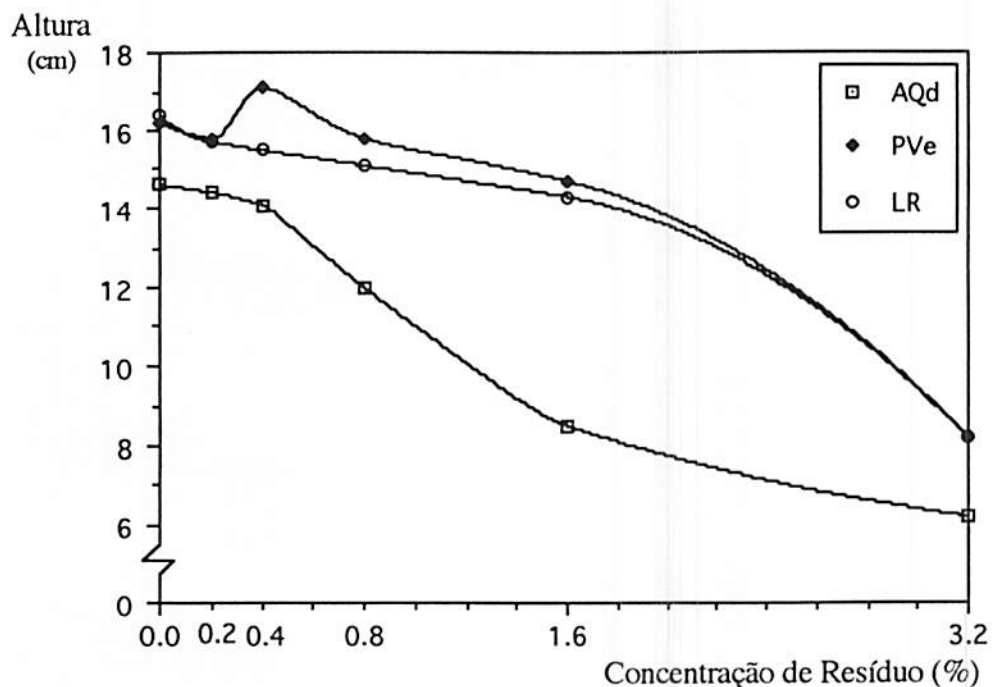


FIGURA 10 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha na altura do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

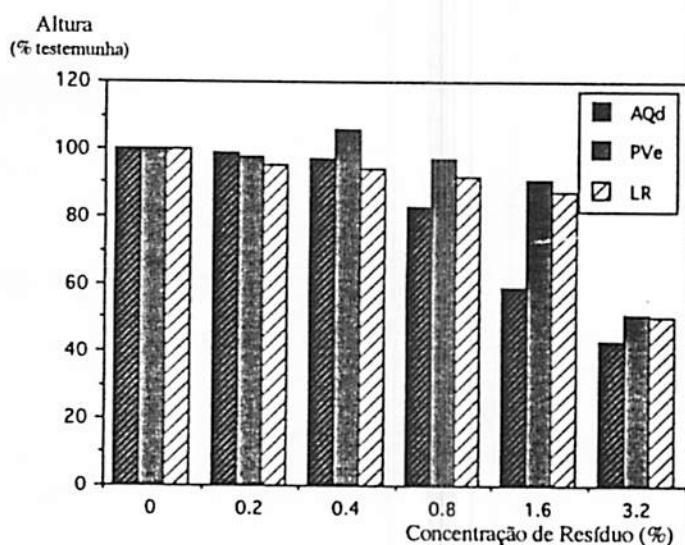


FIGURA 11 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha na altura do algodoeiro, expresso como porcentagem da testemunha, cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.1.4. Potencial hídrico foliar (YF) e conteúdo relativo de água (CRA)

Pelo Quadro 13 nota-se que a interação solo x resíduo foi significativa. Assim, o potencial de água às 6 horas (YF) variou com o solo e a concentração de resíduo de caruru de mancha incorporado. Nota-se ainda também pelo Quadro 14 e Figura 12 que, a incorporação de até 1,6% (P/P) de resíduos de caruru de mancha praticamente não teve efeito no potencial hídrico foliar nas plantas que se desenvolveram nos três solos. No entanto, em concentração de resíduo superior a 1,6% houve um abaixamento drástico e significativo do potencial das plantas que se desenvolveram apenas na AQd.

No Quadro 13 nota-se que a incorporação de resíduos de caruru afetou o conteúdo relativo de água das plantas avaliado às 6 horas (CRA), não havendo qualquer efeito significativo da interação solo x resíduo sobre esse parâmetro.

Nota-se pela Figura 13 que quando se incorporou o resíduo em concentração superior a 1,6% houve uma queda acentuada no CRA das plantas que se desenvolveram na AQd e LR, atingindo já na AQd um nível crítico, embora não significativo (Quadro 15).

Quando se compara os dados de potencial com os de conteúdo relativo de água nota-se que existe uma concordância dos dados para as plantas que se desenvolveram na AQd e no PVe. Entretanto, nota-se que as plantas que se desenvolveram no LR com 3,2% de resíduo incorporado apesar de apresentarem altos valores

QUADRO 13 - Análise de variância para as variáveis transpiração, conteúdo relativo de água (CRA) e potencial hídrico foliar (YF).

Causas de variação	G.L.	QM		
		Transpiração	CRA	YF
Solo	2	6,91	1,39 ns	50,71*
Resíduo	5	84,09**	2,80**	10,07 ns
Solo x Resíduo	10	10,32**	0,90 ns	83,12**
Blocos	3	5,25 ns	0,74 ns	11,20 ns
Erro	51	2,74	0,52	15,30
Total	71			
CV (%)		23,47	14,39	36,07

ns - não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 14 - Potencial de água nas plantas às 6 horas (YF), em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR). (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	P ₁ (-MPa)		
	AQd	PVe	LR
0	0,115 aB	0,212 aA	0,461 aAB
0,2	0,408 aB	0,311 aA	0,469 aAB
0,4	0,404 aB	0,333 aA	0,246 aAB
0,8	0,312 aB	0,345 aA	0,538 aA
1,6	0,156 aB	0,197 aA	0,527 aA
3,2	1,525 aA	0,219 bA	0,058 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

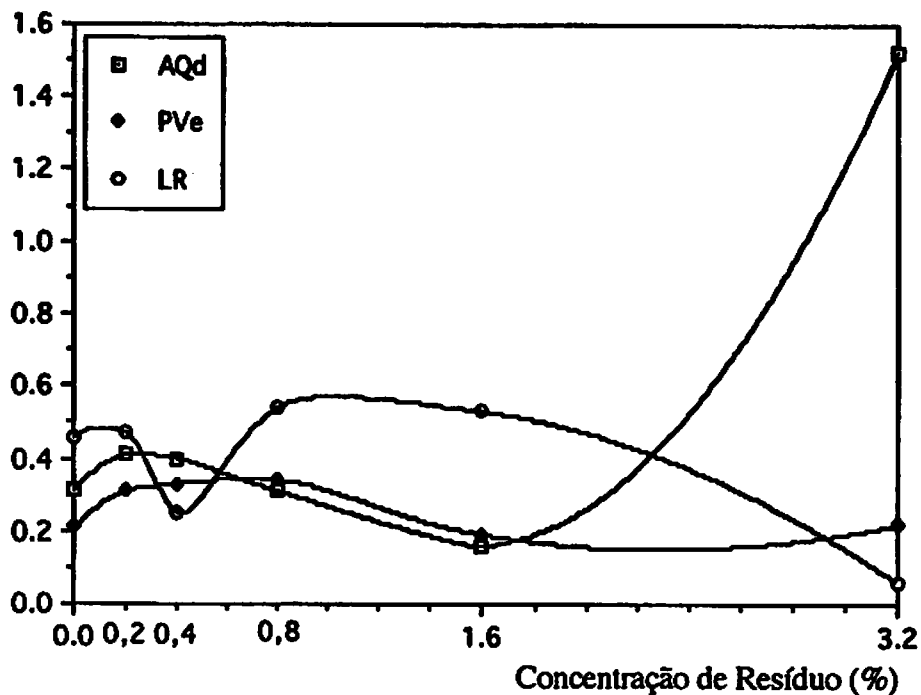


FIGURA 12 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no potencial hídrico foliar (ψ_F) do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

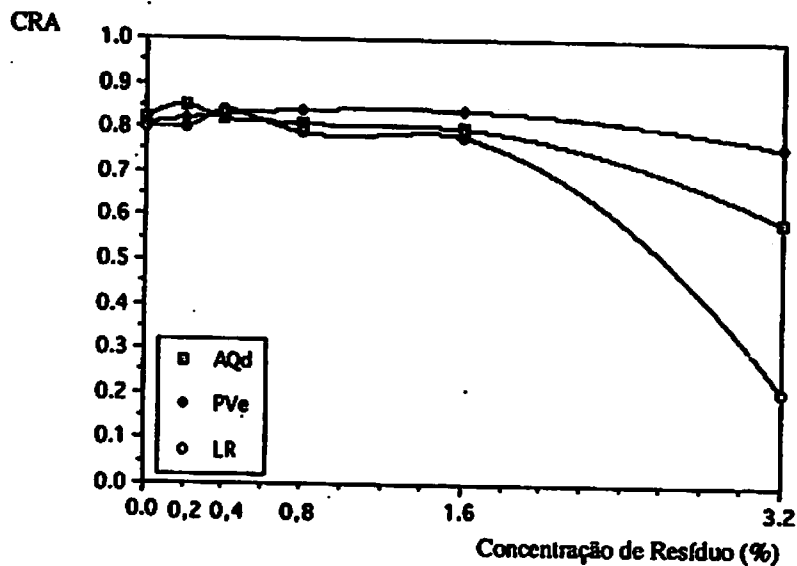


FIGURA 13 - Efeito de incorporação de resíduo de caruru de mancha no conteúdo relativo de água às 6 horas (CRA) do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

QUADRO 15 - Conteúdo relativo de água do algodoeiro às 6 horas (CRA), em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	CRA		
	AQd	PVe	LR
0	0,82 aA	0,81 aA	0,80 aA
0,2	0,85 aA	0,82 aA	0,80 aA
0,4	0,82 aA	0,83 aA	0,84 aA
0,8	0,81 aA	0,84 aA	0,79 aA
1,6	0,80 aA	0,84 aA	0,78 aA
3,2	0,59 aA	0,76 aA	0,21 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

de YF apresentaram um CRA extremamente baixo. Como o conteúdo relativo de água reflete melhor que o YF, o nível de turgescência celular e como as plantas que receberam esse tratamento apresentaram a partir do 18º dia após a semeadura uma sintomatologia de colo deprimido, murcha que rapidamente evoluiu para morte conclui-se que o YF não refletiu, neste caso, o verdadeiro "status" hídrico das plantas que se desenvolveram no LR com 3,2% de resíduo. Como essas plantas continuavam fixas ao solo, que era mantido na capacidade de campo (cerca de -0,01 mP), a água provavelmente ascendeu à parte aérea por capilaridade

levando à determinação de altos valores para o potencial de água no sistema vascular das mesmas.

As correlações entre o CRA (com e sem transformação) e o PSPA, o PSR e a altura (Quadro 16) foram todas significativas e positivas, atingindo maiores valores a correlação do CRA como o PSR.

Por outro lado a correlação entre o potencial de água avaliado às 6 horas (dados com e sem transformação) e o PSR não foi significativa.

O efeito da incorporação dos resíduos de caruru nas relações hídricas das plantas deve-se provavelmente à inibição da absorção de água pelos compostos alelopáticos. Convém ressaltar que durante todo o período experimental o estado hídrico do solo

QUADRO 16 - Valores de R^2 para as correlações entre as variáveis.

	PSPA	PSR	Altura
Condutância	0,86 **	0,91 **	0,91 **
Transpiração	0,85 **	0,90 **	0,88 **
CRA s/t	0,62 **	0,64**	0,62 **
CRA c/t	0,58 *	0,60 **	0,58 *
YF s/t	-0,29 ns	-0,30 ns	-0,29 ns
YF c/t	-0,13 ns	-0,14 ns	-0,11 ns

c/t - com transformação; s/t - sem transformação dos dados; ns - não significativo.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

foi mantido diariamente próximo à capacidade de campo (potencial matricial de aproximadamente $-0,01$ mPa).

Tal efeito nas relações hídricas das plantas implicou em um abaixamento da condutância estomática e da transpiração como será discutido posteriormente.

4.2.1.5. Condutância estomática e transpiração

Nota-se nas Figuras 14 e 15 que, as plantas cultivadas em AQd apresentaram um abaixamento significativo na condutância estomática e transpiração a partir da incorporação de 1,6% de resíduo de caruru no solo, por outro lado no LR e PVe esse fato só ocorreu quando se incorporou o resíduo a 3,2% (Figuras 14 e 15 e Quadro 17).

É importante mencionar que as correlações entre a condutância estomática e transpiração com o PSPA, o PSR e a altura foram todas significativas e positivas (Quadro 16), sendo que a correlação com o PSR atingiu maiores valores.

4.2.2. Características químicas

4.2.2.1. Nitrogênio na parte aérea

Nota-se no Quadro 18 que a interação solo x resíduo foi significativa a 1% de probabilidade, ou seja, o teor de N das plantas de algodoeiro variou com a concentração de resíduo

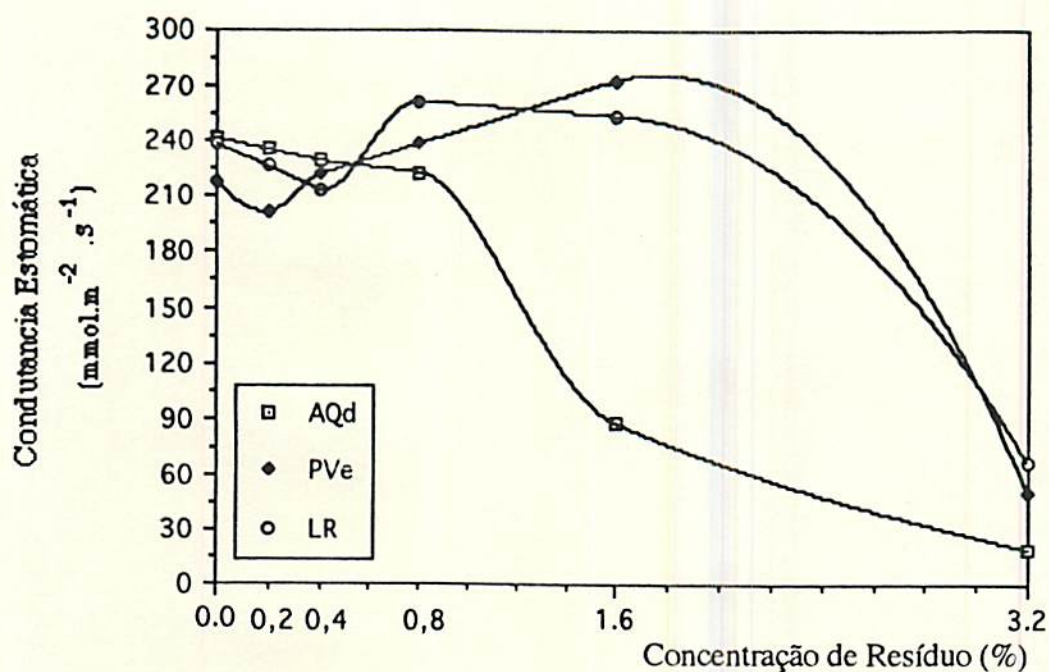


FIGURA 14 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha na condutância estomática do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

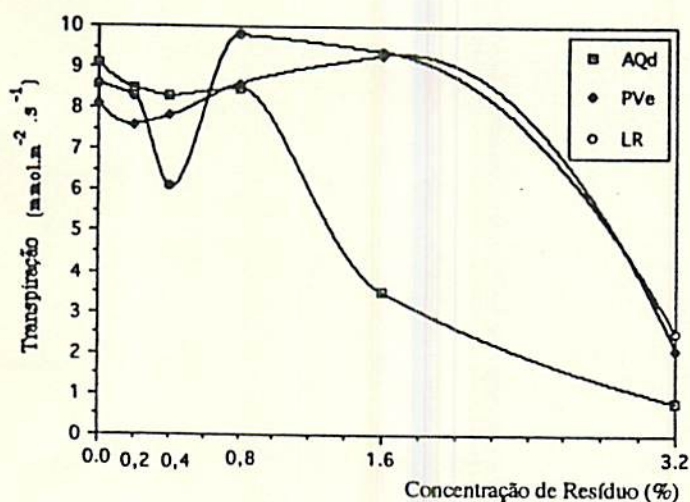


FIGURA 15 - Efeito da incorporação de caruru de mancha na transpiração do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

QUADRO 17 - Transpiração do algodoeiro, em função da concentração de resíduo incorporado, em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR) (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Transpiração (m mol.m ⁻² .s ⁻¹)		
	AQd	PVe	LR
0	9,10 aA	8,15 aA	8,60 aAB
0,2	8,50 aA	7,56 aA	8,33 aAB
0,4	8,27 aA	7,83 aA	6,10 aB
0,8	8,52 aA	8,62 aA	9,79 aA
1,6	3,46 bB	9,34 aA	9,37 aAB
3,2	0,82 aB	2,08 aB	2,52 aC

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

incorporado e com o tipo de solo, o que pode ser melhor visualizado no Quadro 19 e Figura 16.

Na AQd houve uma tendência de acima de 0,4% de resíduo incorporado ocorrer um decréscimo no conteúdo de N nas plantas, significativo ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 19).

A 1,6% de resíduo incorporado houve uma inibição na absorção de N nas plantas que se desenvolveram na AQd de 15% e no PVe de 4%. Já no LR ocorreu um estímulo na absorção de cerca de 11%.

Considerando que as correlações entre o teor de N na

QUADRO 18 - Análise de variância para as variáveis macronutrientes na parte aérea.

Causas de variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Solo	2	0,81**	0,402**	0,10*	2,59**	0,0170**	0,129**
Resíduo	5	0,33**	0,084**	0,18**	1,34**	0,0014ns	0,147**
Solo x resíduo	10	0,47**	0,038**	0,06**	0,31**	0,0037ns	0,009*
Blocos	3	0,46**	0,025**	0,08*	0,05ns	0,0006ns	0,003ns
Erro	51	0,07	0,005	0,03	0,03	0,0019	0,003
Total	71						
CV (%)		6,49	25,70	7,30	10,16	8,88	6,96

ns - não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

parte aérea e o PSPA, o PSR e a altura não foram significativas, que a correlação entre o teor de N na parte aérea e a quantidade de N aplicado através dos resíduos de caruru de mancha (Quadro 20) também não foi significativa e que a disponibilidade de nitrogênio no solo era satisfatória, tanto pelas adubações quanto pela decomposição do caruru (Apêndices 1A, 2A e 3A), parece ter ocorrido um efeito direto e primário das substâncias alelopáticas sobre a absorção de N.

A exposição de plântulas de milho ao ácido ferúlico restringiu a absorção de NO_3^- e NH_4^+ mas, a absorção do NO_3^- foi afetada em maior intensidade e o efeito parece ter sido sobre o

QUADRO 19 - Teor de nitrogênio (N) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	N (%)		
	AQd	PVe	LR
0	4,59 a A	3,93 b AB	3,95 b AB
0,2	4,56 a A	3,62 b B	3,59 b B
0,4	4,43 a AB	3,71 b AB	3,78 b B
0,8	4,07 a AB	4,21 a A	4,08 a AB
1,6	3,93 b BC	3,77 b AB	4,38 a A
3,2	3,46 b C	3,62 ab B	3,99 a AB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

processo de transporte de NO_3^- (JACKSON, no prelo).

QASEM & HILL (1989) observaram que, os lixiviados de *Chenopodium album* reduziram significativamente os pesos de matéria fresca e seca da parte aérea e a acumulação de N na parte aérea do tomate. No entanto, não ficou claro também se essa redução no acúmulo de N foi um efeito primário da ação das substâncias alelopáticas sobre o processo de absorção. Nota-se mais uma vez que o efeito alelopático está sendo mais drástico e significativo na AQd, indicando mais uma vez a importância da textura na ocorrência de efeito alelopático.

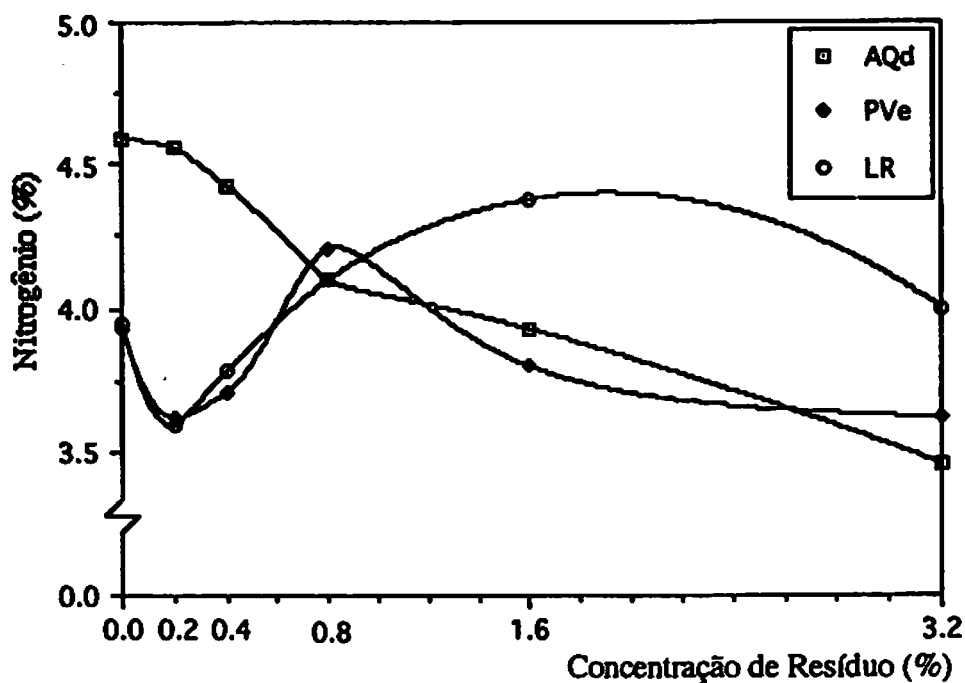


FIGURA 16 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de nitrogênio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.2.2. Fósforo na parte aérea

Nota-se no Quadro 18 que a incorporação de resíduos de caruru de mancha teve efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, sobre o teor de P na parte aérea das plantas de algodoeiro.

Nota-se também (Quadros 18 e 21) que a interação solo x resíduo foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, o teor de P na parte aérea das plantas de algodoeiro variou

QUADRO 20 - Valores de R² para as correlações entre as variáveis.

	R ²												
	PSPA	PSR	Altura	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe
N ¹	0,24 ns	0,34 ns	0,24 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns
P	0,40 ns	0,53*	0,26 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns	-0,43 ns
K	-0,57 *	-0,41 ns	-0,59 **	0,62 **	0,62 **	0,63 **	0,63 **	0,62 **	0,63 **	0,62 **	0,62 **	0,62 **	0,62 **
Ca	0,69 **	0,77 **	0,57 *	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **	-0,64 **
Mg	-0,18 ns	0,005ns	-0,29 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns	0,17 ns
S	0,69 **	0,76 **	0,59 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 **	-0,73 ns	-0,73 **
Cu	-0,54*	-0,51 *	-0,43 ns	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *	0,49 *
Zn/t ²	0,44 ns	0,54 *	0,31 ns	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *
Zn c/t	0,50 *	0,60 **	0,37 ns	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *	-0,53 *
Mn s/t	0,51 *	0,59 *	0,37 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns	-0,39 ns
Mn c/t	0,57 *	0,63 **	0,45 ns	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *	-0,49 *
Fe	-0,14 ns	-0,18 ns	-0,07 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns	0,06 ns

¹ Teor de nutrientes na parte aérea do algodoeiro.

² Teor de nutrientes adicionados através da incorporação dos resíduos de caruru de mancha.

³ s/t = sem transformação; c/t com transformação dos dados.

ns - não significativo.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

com o tipo de solo e a quantidade de resíduo de caruru de mancha incorporada.

As plantas de algodoeiro que se desenvolveram no LR não apresentaram qualquer efeito significativo no teor de P, decorrente da incorporação de resíduos de caruru de mancha, mesmo porque não houve efeito da incorporação de resíduos sobre o PSR, importante parâmetro na aquisição de fósforo.

QUADRO 21 - Teor de fósforo (P) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	P (%)		
	AQd	PVe	LR
0	0,59 a A	0,33 b AB	0,18 c A
0,2	0,53 a AB	0,21 b B	0,15 b A
0,4	0,47 a ABC	0,32 b AB	0,14 c A
0,8	0,43 a BC	0,37 a A	0,17 b A
1,6	0,33 a C	0,39 a A	0,16 b A
3,2	0,16 a D	0,05 a C	0,15 a A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Já na AQd nota-se um efeito inibitório progressivo, significativo a 5% de probabilidade, no teor de P nas plantas à medida que aumentou a concentração de resíduo incorporado (Quadro

21 e Figura 17). No entanto, não ficou claro se esse foi o efeito primário da ação das substâncias alelopáticas provenientes do resíduo em decomposição uma vez que, o crescimento do sistema radicular foi também afetado pela incorporação de quantidades crescentes de resíduos e a correlação entre o teor de P nas plantas de algodão e a quantidade de P adicionado ao solo através dos resíduos de caruru de mancha não foi significativa (Quadro 20). É provável entretanto que, o efeito primário tenha ocorrido sobre o crescimento do sistema radicular uma vez que, a correlação entre o PSR e o teor de P foi significativa e positiva. Deve-se lembrar que o transporte do P no solo ocorre predominantemente por difusão e que nessa situação assume grande importância o desenvolvimento do sistema radicular.

GLASS (1973), observou que vários ácidos benzóicos e cinâmicos inibiram a absorção de fosfato pelas raízes de cevada, com o grau de inibição se correlacionando com a solubilidade em lipídeos das substâncias fenólicas. Isto indica que a inibição ocorre através da alteração das propriedades da membrana, ou seja, o efeito pode ser direto sobre o processo de absorção.

4.2.2.3. Potássio na parte aérea

Nota-se no Quadro 18 que houve efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, do resíduo incorporado sobre o teor de K na parte aérea das plantas de algodoeiro.

A correlação entre o teor de K nestas e a quantidade de

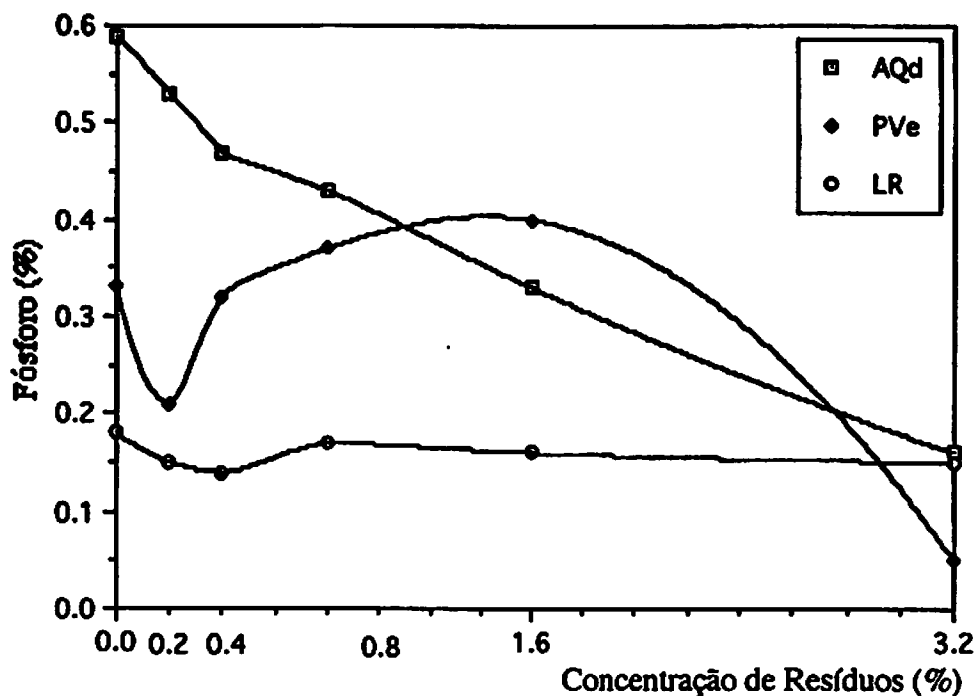


FIGURA 17 - Efeito da incorporação de caruru de mancha no teor de fósforo na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

K adicionado ao solo através dos resíduos de caruru de mancha foi significativa e positiva (Quadro 20), ou seja, à medida que se aumentou a concentração de resíduo incorporado ao solo, conseqüentemente, aumentou a quantidade de K no solo adicionado através dos resíduos, aumentando também o teor de K na parte aérea das plantas de algodoeiro, independentemente do efeito no sistema radicular, que tendeu a diminuir à medida que se aumentou a concentração de resíduo incorporado.

No Quadro 18 nota-se ainda que a interação solo x resíduo foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, o teor de K nas plantas de algodoeiro variou com o tipo de

solo e com a concentração de resíduo incorporado (Figura 18 e Quadro 22).

A correlação entre o teor de K na parte aérea das plantas de algodão e o PSR não foi significativa (Quadro 20). Dado a dependência do K no processo de difusão, esperava-se para o mesmo um comportamento semelhante ao fósforo. Todavia, deve-se lembrar que foram feitas adubações potássicas freqüentes em cobertura. Em condições de campo tal situação pode não prevalecer, pois as adubações são menos freqüentes. Em Areia Quartzosa este problema pode ser mais crítico, em função do maior potencial alelopático e da menor disponibilidade de K.

QUADRO 22 - Teor de potássio (K) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	K (%)		
	AQd	PVe	LR
0	2,08 a A	1,90 a C	1,90 a AB
0,2	1,95 a A	1,89 a C	1,85 a B
0,4	2,14 a A	1,88 b C	1,83 b B
0,8	2,19 a A	2,08 a BC	2,03 a AB
1,6	2,18 a A	2,29 a AB	2,05 a AB
3,2	2,01 b A	2,41 a A	2,17 ab A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

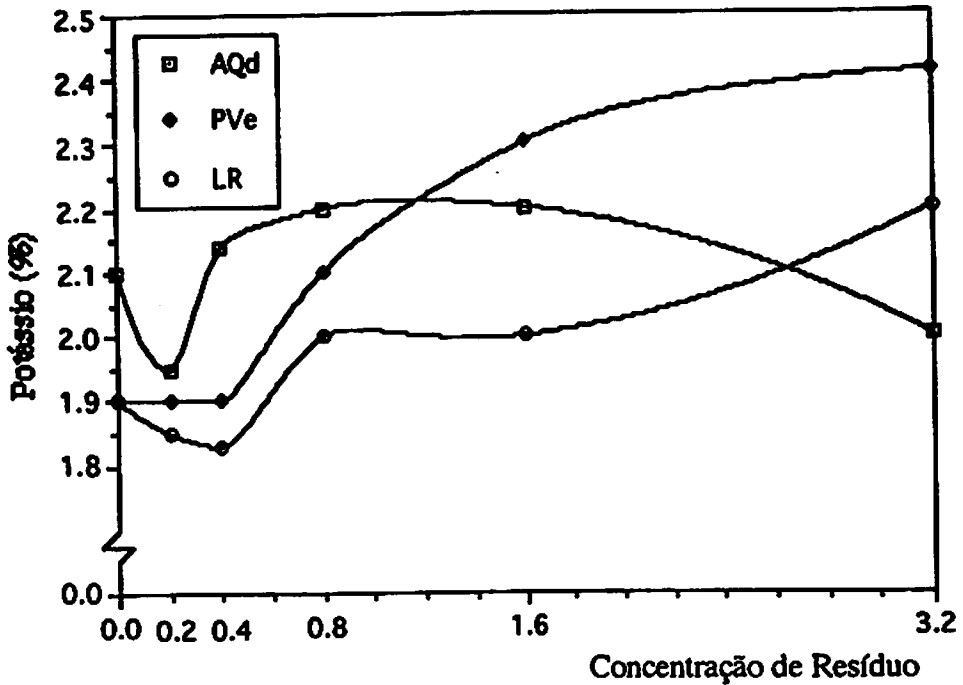


FIGURA 18 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de potássio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.2.4 Cálcio na parte aérea

As correlações entre o teor de Ca na parte aérea e o PSPA, o PSR e também a altura foram todas significativas e positivas (Quadro 20).

Nota-se no Quadro 18 que ocorreu um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade da incorporação do resíduo sobre o teor de Ca nas plantas e, como a correlação entre o teor de Ca nas plantas de algodoeiro e a quantidade de Ca adicionado ao solo através dos resíduos de caruru de mancha foi significativa e negativa (Quadro 20) e a correlação entre o teor de Ca nas plantas de algodoeiro e o PSR foi significativa e positiva, concluiu-se novamente que o sítio primário de ação das

substâncias alelopáticas parece se encontrar no crescimento do sistema radicular. Neste sentido, é importante lembrar que o Ca é absorvido quase que exclusivamente na pela parte apical das raízes (Russel & Clarkson, 1976, citados por RUSSELL, 1977), requerendo contínuo crescimento do sistema radicular.

Pelo Quadro 18 conclui-se também que a interação solo x resíduo foi significativa ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, o teor de Ca variou com o tipo de solo e com a concentração de resíduo incorporado (Quadro 23 e Figura 18). A absorção de cálcio foi mais afetada na AQd, com a redução na absorção já atingindo 41% com incorporação de 1,6% de resíduo.

QUADRO 23 - Teor de cálcio (Ca) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Ca (%)		
	AQd	PVe	LR
0	2,64 a A	2,13 b A	1,73 c A
0,2	2,55 a A	2,08 b A	1,66 c AB
0,4	2,33 a AB	2,09 a A	1,49 b ABC
0,8	2,02 a B	2,33 a A	1,58 b AB
1,6	1,56 b C	2,29 a A	1,32 b BC
3,2	1,11 b D	1,52 a B	1,13 b C

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

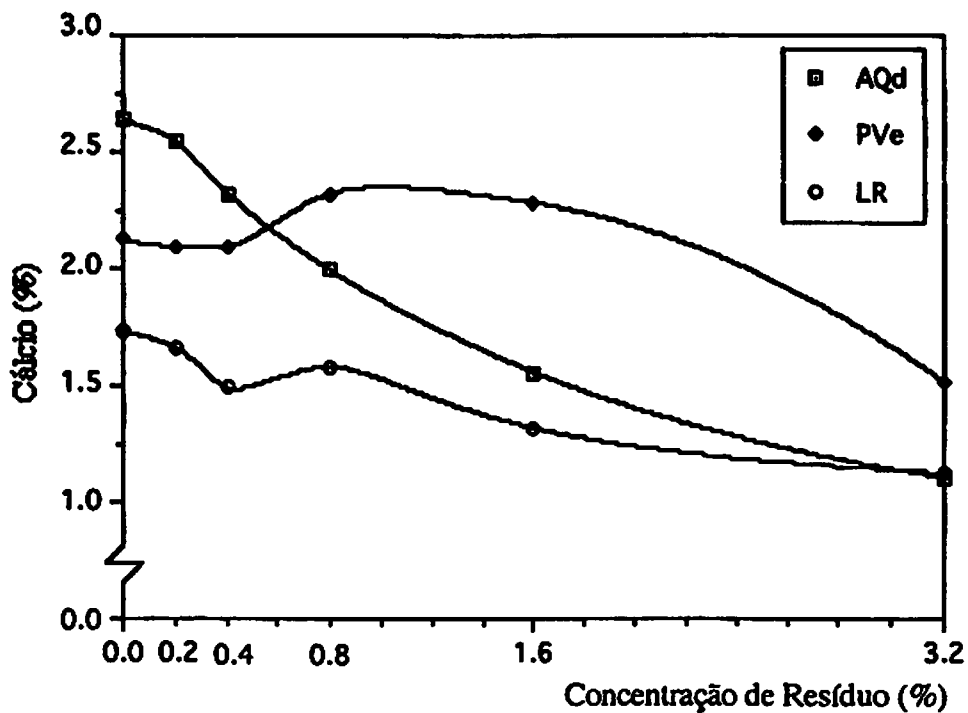


FIGURA 19 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de cálcio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.2.5. Magnésio na parte aérea

Como as correlações entre o teor de Mg na parte aérea das plantas de algodoeiro e o PSR, e a quantidade de Mg adicionada ao solo através dos resíduos de caruru de mancha (Quadro 20) não foram significativas, conclui-se que não houve efeito dos resíduos incorporados e das substâncias alelopáticas liberadas destes sobre a absorção de Mg (Quadro 24).

QASEM & HILL (1989) observaram redução na acumulação de Mg na parte aérea do tomate, tratado com lixiviados de *Chenopodium album*.

QUADRO 24 - Teor de magnésio (Mg) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Mg (%)		
	AQd	PVe	LR
0	0,54 a A	0,45 b A	0,46b A
0,2	0,54 a A	0,46 b A	0,49 abA
0,4	0,53 a A	0,57 abA	0,43 b A
0,8	0,51 a A	0,52 a A	0,47 a A
1,6	0,52 abA	0,54 a A	0,46 b A
3,2	0,50 a A	0,48 a A	0,51 a A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

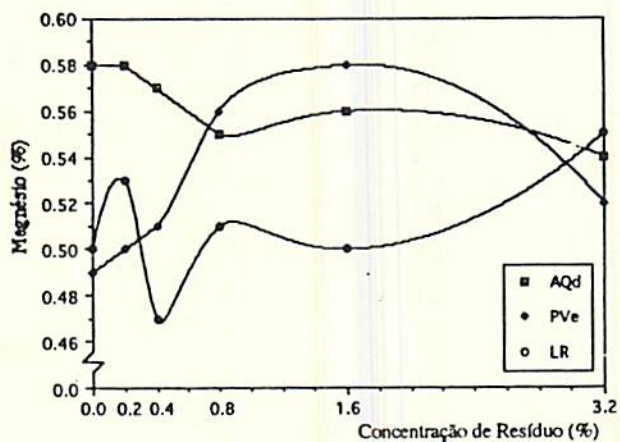


FIGURA 20 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de magnésio na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.2.6. Enxofre na parte aérea

A correlação entre o teor de S nas plantas e o PSPA, o PSR e a altura (Quadro 20) foram todas significativas e positivas.

Como o PSR foi mais afetado pela incorporação de quantidades crescentes de resíduo na AQd e como a correlação entre o teor de S e o PSR foi significativa e positiva (Quadro 20), o teor de S nas plantas que se desenvolveram na AQd foi mais afetado pela incorporação de quantidades crescentes de resíduo (Quadro 25), indicando mais uma vez que os efeitos das substâncias alelopáticas liberadas dos resíduos foram maiores na AQd.

Sendo a correlação entre o teor de S na parte aérea das plantas de algodoeiro e a quantidade de S adicionada ao solo através dos resíduos de caruru de mancha significativa e negativa e como a correlação entre o teor de S na parte aérea das plantas de algodoeiro e o PSR foi significativa e positiva conclui-se novamente que o efeito primário das substâncias alelopáticas liberadas pelos resíduos parece ser no crescimento do sistema radicular.

4.2.2.7. Cobre na parte aérea

No Quadro 26 nota-se que houve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade da incorporação do resíduo sobre o

QUADRO 25 - Teor de enxofre (S) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	S (%)		
	AQd	PVe	LR
0	0,99 a A	0,89 b A	0,78 c A
0,2	0,97 a A	0,85 b A	0,75 b A
0,4	0,98 a A	0,87 b A	0,73 c A
0,8	0,93 a AB	0,92 a A	0,83 a A
1,6	0,83 a B	0,83 a A	0,75 a A
3,2	0,61 a C	0,61 a B	0,58 a B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

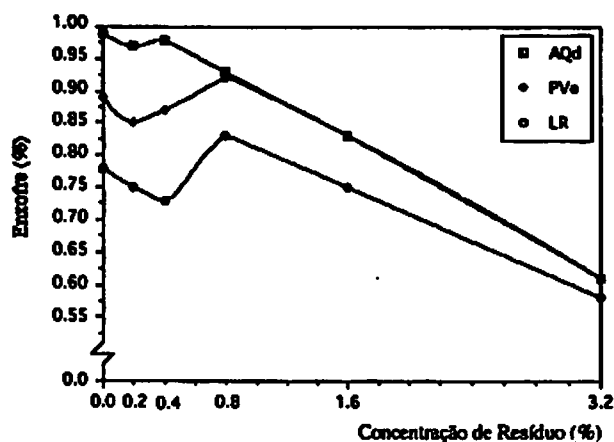


FIGURA 21 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de enxofre na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

QUADRO 26 - Análise de variância para as variáveis micronutrientes na parte aérea.

Causas de variação	GL	QM		
		Cu	Zn	Mn
Solo	2	5,58 ns	2,004**	8,04**
Resíduo	5	39,68**	0,605**	2,04**
Solo x Resíduo	10	46,65**	0,092**	0,62**
Blocos	3	36,40*	0,009ns	0,05ns
Erro	51	10,08	0,009	0,04
Total	71			
CV (%)		24,90	2,59	4,00

ns não significativo

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

teor de Cu. A correlação entre o teor de Cu na parte aérea das plantas de algodão e a quantidade de Cu adicionado ao solo através dos resíduos de caruru de mancha foi significativa e positiva (Quadro 20), ou seja, à medida que se aumentou a concentração de resíduo incorporado ao solo, conseqüentemente aumentou a quantidade de Cu no solo adicionado através dos resíduos, aumentando também o teor de Cu na parte aérea das plantas de algodoeiro (Quadro 27).

A correlação entre o teor de Cu nas plantas e o PSPA ou o PSR foi significativa e negativa (Quadro 20), ou seja, parece ter havido efeito de diluição.

QUADRO 27 - Teor de cobre (Cu) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Cu (ppm)		
	AQd	PVe	LR
0	12,40 a A	11,09 a B	12,40 a A
0,2	10,43 a A	8,89 a B	14,27 a A
0,4	13,06 a A	8,89 a B	12,29 a A
0,8	13,99 a A	10,59 a B	15,26 a A
1,6	11,09 a A	12,00 a B	14,44 a A
3,2	14,25 b A	22,99 a A	11,14 b A

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

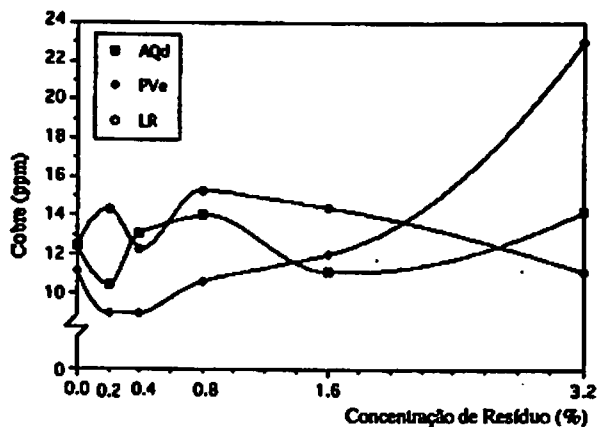


FIGURA 22 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de cobre na parte do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

É possível também que os resultados tenham sido mascarados pela aplicação, juntamente com a adubação de plantio, de FTE BR-12, em quantidades suficientes para suprir as exigências em micronutrientes. Relacionado a isto, talvez seja essa a explicação para a ausência de estímulo da incorporação do resíduo em pequenas concentrações sobre, por exemplo, o PSPA, ao contrário do que se observou na germinação, onde houve um estímulo no IVE quando se incorporou resíduo em pequenas concentrações.

4.2.2.8. Zinco na parte aérea

No Quadro 26 verifica-se que, houve efeito do resíduo sobre o teor de Zn, significativo ao nível de 1% de probabilidade, mas, provavelmente, como um efeito secundário da ação das substâncias alelopáticas já que, a correlação entre o teor de Zn na parte aérea das plantas de algodão (sem ou com transformação dos dados) e a quantidade de Zn adicionada ao solo através dos resíduos foi significativa e negativa e a correlação entre o teor de Zn nas plantas e o PSR foi significativa e positiva (Quadro 20).

Conclui-se que parece não ter havido um efeito direto das substâncias alelopáticas sobre a absorção de Zn e uma vez que o transporte desse nutriente no solo é predominantemente por difusão, havendo influência direta do sistema radicular, o problema não tornou-se mais crítico provavelmente pela aplicação

de FTE BR-12.

A interação solo x resíduo foi significativa ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 26), ou seja, o teor de Zn na parte aérea das plantas variou com o solo e a quantidade de resíduo incorporada (Quadro 28 e Figura 23). Nota-se que, como o crescimento do sistema radicular, o teor de Zn foi mais afetado pela incorporação de quantidades crescentes de resíduo na AQd. Incorporando-se 1,6% de resíduo, houve uma inibição de 30% na absorção de Zn, na AQd, enquanto nos outros dois solos não houve efeito.

QUADRO 28 - Teor de zinco (Zn) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Zn (ppm)		
	AQd	PVe	LR
0	72,40 a A	52,21 b A	33,79 c A
0,2	75,61 a A	48,29 b A	32,21 cAB
0,4	72,30 a A	51,64 b A	33,26 c A
0,8	62,99 a A	56,12 a A	36,84 b A
1,6	51,11 a B	51,36 a A	34,59 b A
3,2	29,00 a C	30,37 a B	26,39 a B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

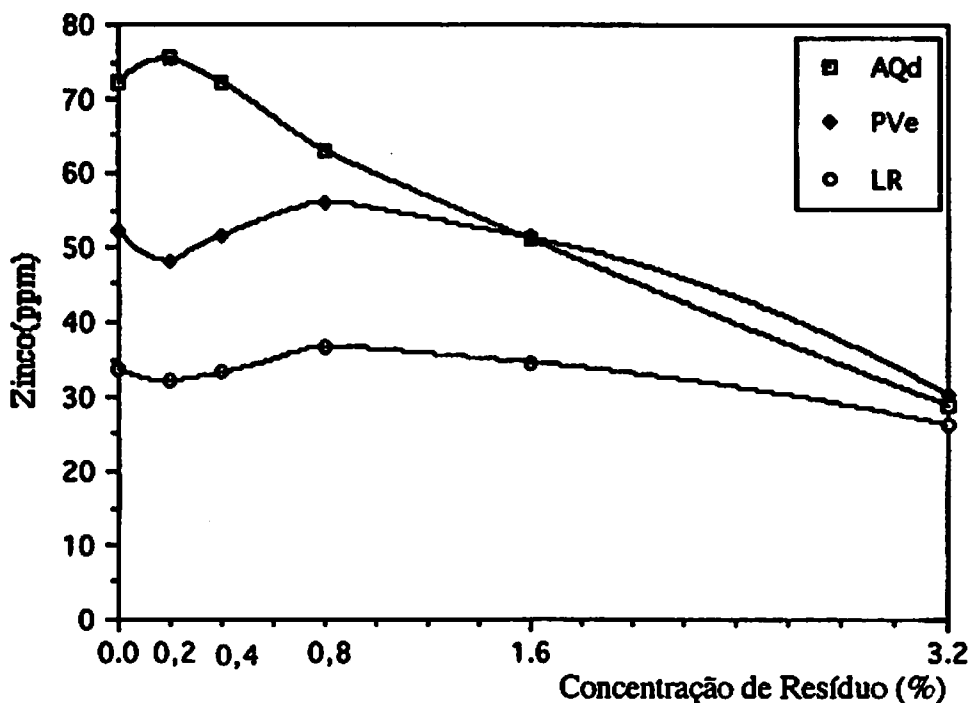


FIGURA 23 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de zinco na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

4.2.2.9. Manganês na parte aérea

Verifica-se no Quadro 26 que houve efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, da incorporação do resíduo sobre o teor de Mn na parte aérea. E, como a correlação entre o teor de Mn na parte aérea das plantas de algodoeiro e a quantidade de Mn adicionada ao solo através dos resíduos foi significativa (apenas para os dados transformados) e negativa e como a correlação entre o teor de Mn na parte aérea das plantas de algodoeiro e o PSR foi significativa e positiva

(Quadro 20), reforçam a proposição de que, o efeito primário das substâncias alelopáticas liberadas pelo resíduo ocorre sobre o crescimento do sistema radicular ou sobre a absorção de água e nutrientes.

Nota-se ainda no Quadro 26 que a interação solo x resíduo foi significativa, ou seja, o teor de Mn variou com o tipo de solo e a quantidade de resíduo incorporada (Quadro 29 e Figura 24).

Nota-se ainda no Quadro 29 que a 1,6% de resíduo incorporado ocorreu uma inibição de 23% na absorção de Mn nas plantas que se desenvolveram na AQd, de 8% nas que se desenvolveram no LR e, as que se desenvolveram no PVe apresentaram um estímulo de 31% na absorção de Mn.

4.2.2.10. Ferro na parte aérea

Analisando os dados do Quadro 30 e Figura 25 e, como as correlações entre o teor de Fe na parte aérea das plantas de algodoeiro e o PSPA, o PSR, a altura e a quantidade de Fe adicionada ao solo através dos resíduos incorporados não foram significativas (Quadro 20), conclui-se que parece não ter havido qualquer efeito da incorporação dos resíduos de caruru de mancha sobre o teor de Fe na parte aérea. As correlações entre o teor de Fe na parte aérea e o PSPA, PSR, altura e a quantidade de Fe incorporado aos solos através dos resíduos de caruru de mancha foram todas não significativas (Quadro 20). Possivelmente, a

QUADRO 29 - Teor de manganês (Mn) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado. (Médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Mn (ppm)		
	AQd	PVe	LR
0	185,27 a AB	213,74 a A	76,88 b A
0,2	250,22 a A	230,13 a A	76,70 b A
0,4	275,46 a A	199,38 a AB	73,04 b A
0,8	223,04 a A	239,04 a A	76,07 b A
1,6	144,15 b B	278,45 a A	70,77 c A
3,2	28,15 c C	141,46 a B	45,21 b B

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

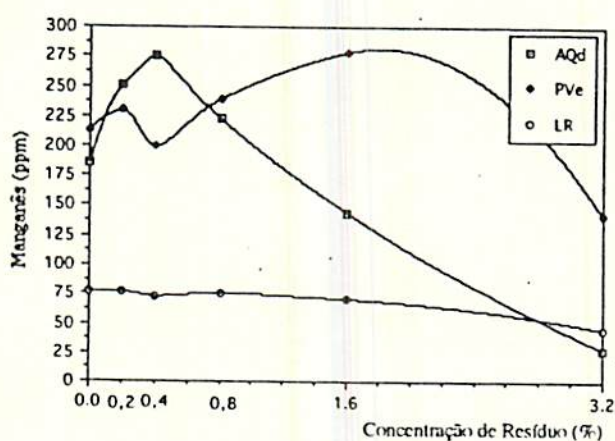


FIGURA 24 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de manganês na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

QUADRO 30 - Teor de ferro (Fe) na parte aérea de plantas de algodoeiro cultivadas em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), em função da concentração de resíduo incorporado (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Concentração de resíduo (%)	Fe (ppm)		
	AQd	PVe	LR
0	166,93	157,67	226,29
0,2	229,09	199,15	201,48
0,4	138,30	129,99	149,89
0,8	156,93	140,47	183,70
1,6	160,39	164,44	259,94
3,2	175,45	137,08	269,88

aplicação de FTE BR-12 junto com a adubação de plantio tenha minimizado qualquer efeito alelopático na absorção deste nutriente.

A quelação ou complexação de micronutrientes catiônicos com radicais orgânicos aumenta a mobilidade dos mesmos até a raiz, ou seja, o transporte até a superfície da raiz, conseqüentemente, aumentando a sua absorção pelas plantas (WALLACE, 1980a, b). Nesse sentido, é importante observar que a incorporação de pequenas quantidades de resíduo de caruru aumentou o teor de Zn (Figura 23), Mn (Figura 24) e de Fe (Figura 25) na parte aérea do algodoeiro. Tal efeito, pelo menos em

parte, pode explicar o estímulo de pequenas quantidades de resíduo na germinação (Figura 2), que dada a sua forma de determinação tinha um componente de crescimento inicial do algodoeiro. Deve-se ressaltar ainda, para reforçar essa possibilidade, que na 1ª fase não foi feita aplicação de micronutrientes, enquanto que na 2ª foi aplicado FTE BR-12.

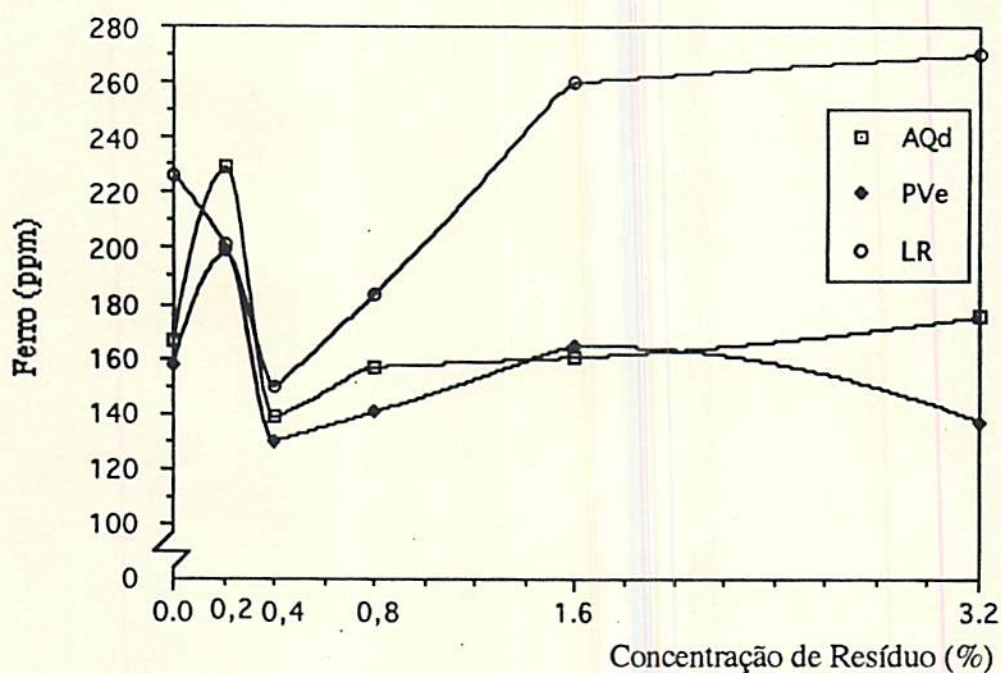


FIGURA 25 - Efeito da incorporação de resíduo de caruru de mancha no teor de ferro na parte aérea do algodoeiro cultivado em Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), Lavras, 1992.

5. CONCLUSÕES

- Considerando a avaliação do Índice de Velocidade de Emergência do algodoeiro, a incorporação de pequenas quantidades de resíduo mostrou-se benéfica na AQd, provavelmente devido à produção de estimulantes da germinação e/ou do crescimento inicial ou, ainda, à liberação e/ou maior transporte de micronutrientes até as raízes, e, no LR, sem correção da acidez, possivelmente por minimizar a toxidez de Al^{+3} .

- A decomposição de maiores quantidades de resíduo de caruru de mancha no solo apresentou efeito alelopático inibitório na germinação e crescimento do algodoeiro, sendo mais acentuado em solos mais arenosos e sob condições mais ácidas.

- As substâncias alelopáticas pareceram afetar primariamente o crescimento do sistema radicular e, em termos de absorção de nutrientes, pareceram ter afetado primariamente apenas a absorção de nitrogênio.

- As substâncias alelopáticas, pareceram afetar os mecanismos de absorção e utilização da água havendo conseqüentemente, uma diminuição na transpiração das plantas e uma menor produção de matéria seca.

- O manejo de resíduos vegetais, principalmente daqueles com potencial alelopático quando em decomposição no solo, é um complicador a mais no manejo de solos arenosos.

6. RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial alelopático do caruru de mancha (*Amaranthus viridis* L.) na germinação e crescimento inicial do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e também para avaliar o efeito da textura e da acidez do solo na ocorrência desse fenômeno. Utilizou-se os solos Areia Quartzosa distrófica (AQd), Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico (PVe) e Latossolo Roxo (LR), com e sem correção da acidez, na germinação e apenas solo corrigido no experimento de crescimento. Os resíduos de caruru de mancha foram incorporados a 0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2% (P/P) em um delineamento em blocos casualizados, em casa de vegetação. No experimento envolvendo o potencial alelopático do caruru sobre a germinação, utilizou-se copos plásticos de 150 ml preenchidos com os solos e com os resíduos incorporados em todo o volume de solo. A germinação foi avaliada através do Índice de Velocidade de Emergência, considerando-se como germinadas as sementes que originaram plântulas com caule totalmente na vertical. No estudo de crescimento, utilizou-se copos de 500 ml preenchidos totalmente com os solos estudados. Incorporou-se as diferentes quantidades

de resíduo de caruru apenas no volume de solo contido na metade inferior do copo, visando eliminar o efeito alelopático sobre a germinação. Durante a fase de crescimento fez-se avaliações da condutância estomática, transpiração, potencial de água na planta e do conteúdo relativo de água. Encerrou-se o experimento de crescimento aos 46 dias após a semeadura, avaliando-se a produção de matéria seca da parte aérea e raiz e o teor de nutrientes da parte aérea. Concluiu-se que houve efeito do caruru de mancha sobre a germinação do algodoeiro, avaliada através do Índice de Velocidade de Emergência (IVE), e esse efeito foi maior em solos mais arenosos e sob condições mais ácidas. Com relação ao crescimento, esse também foi mais afetado no solo arenoso (AQd). O sítio primário de ação das substâncias alelopáticas pareceu ser, de maneira geral, no sistema radicular, afetando, indiretamente, a aquisição de P, Ca e S. Dentre os nutrientes, apenas o nitrogênio teve sua absorção diretamente afetada.

Houve também um efeito no balanço hídrico do algodão mas, ao que tudo indica, devido a ação alelopática no sistema radicular ou nos mecanismos de absorção e utilização da água.

7. SUMMARY

Some annual weeds have shown allelopathic potential to cultivated plants. However, few studies have focused on weed residue effect. Therefore, this study was carried out to evaluate the allelopathic potential of residue of redroot pigweed (*Amaranthus viridis* L.) upon germination and initial growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by soil texture and soil acidity. The soils utilized were Sand Soil, Red-Yellow Podzolic and Dusky-Red Latosol which were limed to pH 6.0 or not in the germination study and limed to pH 6.0 in the growth study. Mature whole plants of redroot pigweed were collected at ESAL. The plant samples were oven-dried at 70°C for 48 h and ground in a Wiley mill to pass a 1.27 mm² screen. Ground samples were stored in plastic bottles in a refrigerator. Air-dried mature residues of redroot were incorporated in the soil, at the rate of 0; 0.2; 0.4; 0.8; 1.6 and 3.2% (w/w). In the germination study, the residues were mixed thoroughly within the entire potting-styrofoam cups (150 ml) - filled with natural or limed soils. On the other hand, in the growth study, the residues were mixed only within the half bottom part of the potting medium - styrofoam cups (500

ml) filled with limed soils - in order to eliminate the effect of residue on germination. In the first study, a seedling with hypocotyl in the vertical position was considered as germinated seed. And, in the second one, during the growth of cotton it was evaluated transpiration rate, water potential in the plant, water relative content and stomatal resistance. Cotton was harvested 46 days after planting. Aerial part was oven-dried at 70°C for 48 h, and dry weights were recorded. Ground samples were analyzed for nutrient contents. The incorporation of residues inhibited cotton germination and such an effect was more pronounced in the sand soil than in the other two soils and without liming as compared to soils limed to pH 6.0. Incorporated residue inhibited all cotton growth parameters in the sand soil as well as reduced nitrogen uptake and affected the water plant relationships.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMAD, F. & TAN, H. Effect of lime and organic matter on soybean seedlings grown in aluminum-toxic soil. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 50:656-61, 1986.
2. ALMEIDA, F.S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina, Fundação Instituto Agronômico do Paraná, 1988. 60p. (Circular, 53).
3. BELL, D.T. & KOEPPE, D.E. Noncompetitive effects of giant foxtail on the growth of corn. *Agronomy Journal*, Madison, 64:321-5, May/June 1972.
4. BHOWMIK, P.C. & DOLL, J.D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agronomy Journal*, Madison, 74(4-6):601-6, July/Aug. 1982.

5. BHOWMIK, P.C. & DOLL, J.D. Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 76(3):383-8, May/June 1984.
6. BLUM, V.; DALTON, B.R. & SHANN, J.R. Effects of ferulic and p-coumaric acids in nutrient culture of cucumber leaf expansion as influenced by pH. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 11(11):1567-82, 1985.
7. ———; WEED, S.B. & DALTON, B.R. Influence of various soil factors on the effects of ferulic acid on leaf expansion of cucumber seedlings. *Plant and Soil*, The Hague, 98:111-30, 1987.
8. ———; WENTWORTH, T.R.; KLEIN, K.; WORSHAM, A.D.; KING, L.D.; GERIG, T.M. & LYU, S.W. Phenolic acid content of soils from wheat-no till, wheat conventional till, and fallow-conventional till soybean cropping systems. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 16(6):1045-68, 1991.
9. BRADOW, J.M. & CONNICK, W.J. JR. Allelochemicals from palmer amaranth, *Amaranthus palmeri* S. Wats. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 13(1):185-202, 1987.

10. BUCHANAN, G.A. & BURNS, E.R. Weed competition in cotton. II cocklebur and redroot pigweed. *Weed Science*, New York, 19:580-2, 1971.
11. BYRD, J.D. JR. & COBLE, H.D. Interference of selected weeds in cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology*, Champaign, 5(2):263-9, Apr./June 1991.
12. CENTRO ACADÊMICO "LUIZ DE QUEIROZ". *Plantio direto no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1984. 124p.
13. CHAPMAN, S.J. & LYNCH, J.M. The relative roles of microorganisms and their metabolites in the phytotoxicity of decomposing plant residues. *Plant and Soil*, The Hague, 74:457-9, 1983.
14. CHOU, C.H. & WALLER, G.R. *Phytochemical Ecology: allelochemicals, mycotoxins and insect pheromones and allomones*. Taipei, Institute of Botany, Academia Sinica, 1989. 504p. (Monograph Series, 9).
15. COCHRAN, V.L.; ELLIOTT, L.F. & PAPENDICK, R.I. The production of phytotoxins from surface crop residues. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 41:903-8, 1977.

16. COLTON, C.E. & EINHELLIG, F.A. Allelopathic mechanisms of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic, Malvaceae) on soybean. *American Journal of Botany*, Columbus, 67(10):1407-13, Nov./Dec. 1980.
17. CONNICK, W.J., JR.; BRADOW, J.M. & LEGENDRE, M.G. Identification and bioactivity of volatile allelochemicals from Amaranth residues. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, 37:792-6, 1989.
18. COUTINHO, L.M. & HASHIMOTO, F. Sobre o efeito inibitório da germinação de sementes produzido por folhas de *Calea cuneifolia* DC. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 23(1/6):759-64, 1971.
19. DALTON, B.R.; BLUM, U. & WEED, S.B. Allelopathic substances in ecosystems: effectiveness of sterile soil components in altering recovery of ferulic acid. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 9(8):1185-1201, 1983.
20. DAY, P.R. Particle fractionation and particle silt analysis. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties including statistic measurement and sampling*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. pt.1, p.545-67. (Agronomy, 9).

21. DROST, D.C. & DOLL, J.D. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Charlotte, 28(2):229-33, March 1980.
22. DUKE, S.O. *Weed Physiology*. Florida, CRC Press, 1985. 165p.
23. EINHELLIG, F.A. & LEATHER, G.R. Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 14(10):1829-44, 1988.
24. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
25. FLATH, R.A.; ALTIERI, M.A. & MON, T.R. Volatile constituents of *Amaranthus retroflexus* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, 32:92-4, 1984.
26. GLASS, A.D.M. Influence of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake. *Plant Physiology*, Washington, 51:1037-41, 1973.

27. GLASS, A.D.M. Influence of phenolic acids upon ion uptake. III. Inhibition of potassium absorption. *Journal of Experimental Botany*, London, 25(89):1104-13, Dec. 1974.
28. ——— & DUNLOP, J. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV. Depolarization of membrane potentials. *Plant Physiology*, Washington, 54:855-8, July/Dec. 1974.
29. HARPER, J.R. & BALKE, N.E. Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. *Plant Physiology*, Washington, 68:1349-53, 1981.
30. HICKS, S.K.; MUNGER, P.H. & ABERNATHY, J.R. Effect of amaranth allelopathic compounds on crops. *Weed Science and Risk Assessment*. Southern Weed Science Society, Nashville, Jan. 20-2, 1986.
31. HICKS, S.K.; WENDT, C.W.; GANNAWAY, J.R. & BAKER, R.B. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence, and yield. *Crop Science*, Madison, 29(4):1057-61, July/Aug. 1989.
32. HUANG, P.M.; WANG, T.S.C.; WANG, M.K.; WU, M.H. & HSU, N.W. Retention of phenolic acids by noncrystalline hydroxy-aluminum and-iron compounds and clay minerals of soils. *Soil Science*, Maryland, 123(4):213-9, Apr. 1977.

33. HUE, N.V.; CRADDOCK, G.R. & ADAMS, F. Effect of organic acids on aluminum toxicity in subsoils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 50:28-34, 1986.
34. JACKSON, W.A. Inhibition of nitrate uptake by ferulic acid. *Plant Physiology*, 1992. (no prelo).
35. JALAL, M.A.F. & READ, D.J. The organic acid composition of *Calluna heathland* soil with special reference to phyto and fungitoxicity. I. Isolation and identification of organic acids. *Plant and Soil*, The Hague, 70:257-72, 1983.
36. JESSOP, R.S. & STEWART, L.W. Effects of crop residues, soil type and temperature on emergence and early growth of wheat. *Plant and Soil*, The Hague, 74:101-9, 1983.
37. KACZMARKOWA, W.W. & WOJTKOWIAK, D.W. The dynamics of microflora and the occurrence of phytotoxic substances in different soils with corn residues and inorganic nitrogen. *Plant and Soil*, The Hague, 132(1):11-20, Apr. 1991.
38. KANCHAN, S.D. & JAYACHANDRA. Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* L. II. Leaching of inhibitors from aerial vegetative parts. *Plant and Soil*, The Hague, 55:61-6, 1980.

39. KATZ, D.A.; SNEH, B. & FRIEDMAN, J. The allelopathic potential of *Coridothymus capitatus* L. (Labiatae). Preliminary studies on the roles of the shrub in the inhibition of annuals germination and/or to promote allelopathically active Actinomycetes. *Plant and Soil*, The Hague, 98:53-66, 1987.
40. KEELEY, P.E. & THULLEN, R.J. Growth and competition of black nightshade (*Solanum nigrum*) and palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, New York, 37:326-34, 1989.
41. KEENEY, D.R. & BREMNER, J.M. Characterization of mineralizable nitrogen in soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 30:714-8, 1966.
42. KIMBER, R.W.L. Phytotoxicity from plant residues. 1. The influence of rotted wheat straw on seedling growth. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, 18:361-74, 1967.
43. KLEIN, K. & BLUM, U. Effects of soil nitrogen level on ferulic acid inhibition of cucumber leaf expansion. *Journal of Chemical Ecology*, New York, 16(4):1371-83, 1990.

44. KRETZSCHMAR, R.M.; HAFNER, H.; BATIONO, A. & MARSCHNER, H.
Long- and short-term effects of crop residues on aluminum toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in an acid sandy soil. *Plant and Soil*, The Hague, 136(2);215-23, Oct. 1991.
45. LEVITT, J. & LOVETT, J.V. Activity of allelochemicals of *Datura stramonium* L. (thorn-apple) in contrasting soil types. *Plant and Soil*, The Hague, 79:181-9, 1984.
46. LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 2.ed. Nova Odessa, 1986. 220p.
47. MACIAK, F. & HARMS, H. The effect of agricultural utilization on the composition and yield of phenolic acids in low peat soils. *Plant and Soil*, The Hague, 94:171-8, 1986.
48. MAGUIRRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2:176-7, 1962.

49. MARCHAIM, U.; BIRK, Y.; DOURAT, A. & BERMAN, T. Kinetics of the inhibition of cotton seeds germination by lucerne saponins. *Plant & Cell Physiology*, Kyoto, 16:857-64, 1975.
50. McCALLA, T.M.; GUENZI, W.D. & NORSTADT, F.A. Microbial studies of phytotoxic substances in the stubble mulch system. *Zeitschrift fur Allgemeine Mikrobiologie*, Berlin, 3(3):202-10, 1963.
51. ——— & HASKINS, F.A. Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. *Bacteriological Reviews*, Washington, 28(2):181-207, June 1964.
52. McLAREN, A.D. & SKUJINS, J. *Soil Biochemistry*. New York, Marcel Dekker, 1971. v.2, p.37-59.
53. MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia - importância e suas aplicações. *Horticultura Sulriograndense*, Pelotas, 1(3):27-32, out. 1990.
54. MENGES, R.M. Allelopathic effects of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and other plant residues in soil. *Weed Science*, New York, 35:339-47, 1987.

55. MUGGLER, C.C. *Relações geopedológicas em área dos Chapadões do rio Corrente, sudoeste da Bahia*. Lavras, ESAL, 1989. 88p. (Tese MS).
56. MULLER, C.H. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio*, Den Haag, 18:348-57, 1969.
57. NORBY, R.J. & KOZLOWSKI, T.T. Allelopathic potential of ground cover species on *Pinus resinosa* seedlings. *Plant and Soil*, The Hague, 57:363-74, 1980.
58. OKAMURA, Y. Competitive adsorption of phenolic acids on clays and soils. *Annals of International Congress of Soil Science, Chemistry. International Congress of Soil Science, Japan*, (14):430-31, June 1990.
59. OLESZEK, W. & JURZYSTA, M. The allelopathic potential of alfafa root medicagenic acid glycosides and their fate in soil environments. *Plant and Soil*, The Hague, 98:67-80, 1987.
60. PATRICK, Z.A. Phytotoxic substances associated with the decomposition in soil of plant residues. *Soil Science*, Maryland, 111(1):13-8, 1971.

61. PATRICK, Z.A. & KOCH, L.W. Inhibition of respiration, germination and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 36:621-47, 1958.
62. ———; TOUSSOUN, T.A. & KOCH, L.W. Effect of crop-residue decomposition products on plant roots. *Annual Review of Phytopathology*, California, 2:267-92, 1964.
63. PATRICK, Z.A.; TOUSSOUN, T.A. & SNYDER, W.C. Phytotoxic substances in arable soils associated with decomposition of plant residues. *Phytopathology*, St. Paul, 53:152-61, 1963.
64. PATTERSON, D.T. Effect of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, New York, 29(1):53-9, Jan. 1981.
65. PUTNAM, A.R. & TANG, C.S. *The Science of Allelopathy*. John Wiley & Sons, 1986. 317p.
66. QASEM, J.R. & HILL, T.A. On difficulties with allelopathy methodology. *Weed Research*, Oxford, 29:345-7, 1989.

67. QASEM, J.R. & HILL, T.A. Possible role of allelopathy in the competition between tomato, *Senecio vulgaris* L. and *Chenopodium album* L. *Weed Research*, Oxford, 29:349-56, 1989.
68. RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
69. RESENDE, M.; CURI, N. & SANTANA, D.P. Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações. Brasília, Nagy, 1988. 83p.
70. RICE, E.L. Allelopathy. 2.ed. Orlando, Academic Press, 1984. 422p.
71. ROBINSON, E.L. Effect of weed species and placement on seed cotton yields. *Weed Science*, New York, 24(4):353-5, 1976.
72. RUSSELL, R.S. Plant root systems: their function and interaction with the soil. McGraw-Hill, 1977. 281p.
73. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.

74. SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREST, E.D. & HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science*, Washington, 148(3668):339-46, Apr. 1965.
75. SCHULTZ, L.A. Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas. 2.ed. Porto alegre, Sagra, 1987, 124p.
76. SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, ESAL/MEC/FAEPE, 1988. 236p.
77. SOLLINS, P. Effects of soil microstructure on phosphorus sorption in soils of the humid tropics. In: TIESSEN, H.; LOPEZ-HERNANDEZ, D. & SALCEDO, I.H., eds. *Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems*. s.l., South and Central America, 1991. p.168-75. (Regional Workshop, 3).
78. STOWE, L.G. & OSBORN, A. The influence of nitrogen and phosphorus levels on the phytotoxicity of phenolic compounds. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, 58(10):1149-53, May 1980.
79. VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).

80. WALLER, G.R. Allelochemicals role in agriculture and forestry. Washington, ACS, 1987. 606p. (Symposium Series, 330).
81. WANG, T.S.S.; LI, S.W. & FERNG, Y.L. Catalytic polymerization of phenolic compounds by clay minerals. Soil Science, Baltimore, 126(1):15-21, July 1978.
82. WHITE, R.H.; WORSHAM, A.D. & BLUM, U. Allelopathic potential of legume debris and aqueous extracts. Weed science, New York, 37:674-9, 1989.
83. WHITEHEAD, D.C.; DIBB, H. & HARTLEY, R.D. Extractant pH and the release of phenolic compounds from soils, plant roots and leaf litter. Soil Biology and Biochemistry, Elmsford, 13:343-8, 1981.

APÊNDICE

QUADRO 1A - Teores de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ presentes no solo Aqd em função da incorporação de resíduos de caruru de mancha e do tempo de decomposição, Lavras, 1992.

Tempo (dias)	Resíduo (%)	N-NH ₄ ⁺		N-NO ₃ ⁻	
		s/c	c/c*	s/c	c/c
µg.g ⁻¹ solo					
0	0	20,0	22,0	24,4	44,4
	0,2	20,0	28,9	28,9	53,3
	0,4	26,6	24,4	35,5	57,7
	0,8	26,6	26,6	46,6	64,4
	1,6	26,6	26,6	68,8	84,4
	3,2	28,9	26,6	108,8	124,3
15	0	13,3	13,3	28,9	42,2
	0,2	13,3	15,5	24,4	39,9
	0,4	15,5	13,3	26,6	44,4
	0,8	13,3	13,3	26,6	51,1
	1,6	15,5	15,5	37,7	66,6
	3,2	17,8	13,3	66,6	95,5
30	0	22,2	22,2	35,5	51,1
	0,2	22,2	26,6	39,9	64,4
	0,4	26,6	23,3	48,8	64,4
	0,8	31,1	31,1	57,7	73,3
	1,6	28,9	31,1	57,7	82,1
	3,2	28,9	26,6	68,8	88,8
45	0	26,6	24,4	44,4	55,5
	0,2	26,6	26,6	46,6	62,2
	0,4	31,1	31,1	57,7	75,5
	0,8	28,9	26,6	64,4	79,9
	1,6	31,1	26,6	59,9	97,7
	3,2	31,1	28,9	66,6	102,1

* s/c = sem calagem
c/c = com calagem

QUADRO 2A - Teores de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ presentes no solo PVe em função da incorporação de resíduos de caruru de mancha e do tempo de decomposição, Lavras, 1992.

Tempo (dias)	Resíduo (%)	N-NH ₄ ⁺		N-NO ₃ ⁻	
		s/c	c/c*	s/c	c/c
μg.g ⁻¹ solo					
0	0	31,1	33,3	59,9	55,5
	0,2	33,3	26,6	62,2	59,9
	0,4	26,6	33,3	62,2	66,6
	0,8	33,3	26,6	73,3	77,7
	1,6	28,9	28,9	93,2	99,9
	3,2	35,5	33,3	137,6	142,1
	15	0	13,3	13,3	66,6
0,2		13,3	13,3	62,2	62,2
0,4		13,3	15,5	68,8	68,8
0,8		15,5	15,5	69,9	68,8
1,6		15,5	22,2	71,0	73,3
3,2		20,0	33,3	91,0	77,7
30		0	28,9	26,6	82,1
	0,2	24,4	24,4	77,7	89,9
	0,4	22,2	26,6	77,7	88,8
	0,8	26,6	26,6	95,5	113,2
	1,6	33,3	28,9	111,0	119,9
	3,2	36,6	28,9	149,8	139,9
	45	0	24,4	33,3	79,9
0,2		28,9	37,7	88,8	104,3
0,4		33,3	33,3	106,6	102,1
0,8		28,9	23,3	111,0	124,3
1,6		31,1	33,3	142,1	150,9
3,2		35,5	33,3	166,5	155,4

* s/c = sem calagem
c/c = com calagem

QUADRO 3A - Teores de N-NH⁺₄ e N-NO⁻₃ presentes no solo LR em função da incorporação de resíduos de caruru de mancha e do tempo de decomposição, Lavras, 1992.

Tempo (dias)	Resíduo (%)	N-NH ⁺ ₄		N-NO ⁻ ₃	
		s/c	c/c*	s/c	c/c
μg.g ⁻¹ solo					
0	0	31,1	48,8	26,6	62,2
	0,2	24,4	57,7	24,4	75,5
	0,4	24,4	46,6	26,6	75,5
	0,8	26,6	51,1	37,7	86,6
	1,6	28,9	46,6	59,9	97,7
	3,2	31,1	53,3	99,9	146,5
	15	0	24,4	57,7	56,6
0,2		35,5	53,3	26,6	64,4
0,4		17,8	48,8	53,3	64,4
0,8		31,1	42,2	40,0	66,6
1,6		17,8	33,3	28,9	62,2
3,2		35,5	53,3	33,3	57,7
30		0	31,1	55,5	97,7
	0,2	28,9	55,5	88,8	128,8
	0,4	31,1	46,6	88,8	126,5
	0,8	31,1	46,6	95,5	135,4
	1,6	42,2	33,3	91,0	139,9
	3,2	53,3	46,6	86,6	173,2
	45	0	35,5	35,5	104,3
0,2		37,7	42,2	97,7	151,0
0,4		21,1	31,1	111,0	162,1
0,8		33,3	42,2	113,2	157,6
1,6		44,4	42,2	133,2	173,2
3,2		51,1	40,0	157,6	233,1

* s/c = sem calagem
c/c = com calagem

QUADRO 4A - Teor de nitrogênio (NO_3^- e NH_4^+) no solo antes e após o crescimento inicial do algodoeiro (médias de 4 repetições), Lavras, 1992.

Solo	Concentração resíduo (%)	NO_3^-	NO_3^-	NH_4^+	NH_4^+	N Total
		(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
		mg/parcela				mg/parcela
AQd	0	20,00	22,32	203,14	12,51	154,22
	0,2	20,52	31,28	203,13	10,85	136,80
	0,4	22,00	55,19	204,17	15,00	121,82
	0,8	26,98	85,00	204,17	12,51	95,24
	1,6	36,92	109,34	204,17	12,51	48,34
	3,2	53,81	101,33	205,14	7,51	20,76
PVe	0	27,32	25,00	198,62	19,81	145,41
	0,2	29,85	37,83	199,50	26,64	128,87
	0,4	30,69	28,55	199,50	14,34	140,98
	0,8	34,05	34,00	201,10	13,66	146,51
	1,6	40,36	65,26	200,31	23,23	119,13
	3,2	55,09	172,33	201,59	16,39	32,22
LR	0	19,35	32,37	197,75	27,41	125,61
	0,2	21,52	40,14	197,75	30,10	110,57
	0,4	22,61	34,26	198,45	23,11	99,79
	0,8	26,24	28,30	198,45	23,11	111,79
	1,6	32,04	46,13	198,45	18,27	109,06
	3,2	42,55	82,00	199,91	26,34	36,31

(1) Teor no solo no início do experimento.

(2) Teor no solo ao fim do experimento.

(3) Quantidade de nitrogênio absorvido pelas plantas.