



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO**

IERE CAINDRE ANDRADE BRITO

**ALELOPATIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA NA
GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO
MACAÇAR E DE MILHO**

**PATOS-PB
2010**

IERE CAINDRE ANDRADE BRITO

**ALELOPATIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA NA
GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO
MACAÇAR E DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração em Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-Árido.

Orientadores: Prof. Dr. Olaf Andreas Bakke

Prof. Dr. Diércules Rodrigues dos Santos

PATOS-PB
2010

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO
CAMPUS DE PATOS - UFCG

B862a

2010 Brito, Iere Caindre Andrade

Alelopatia de espécies arbóreas da Caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho / Iere Caindre Andrade Brito. - Patos: CSTR/UFCG, 2010.

53p.

Inclui bibliografia.

Orientador: Olaf Andréas Bakke

Dissertação (Mestrado em Zootecnia -). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Caatinga - Manejo – Dissertação. 2 – Aleloquímicos. 3- Sementes. I – Título.

CDU: 581(213.54)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Alelopatia de espécies arbóreas da Caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho.”

AUTOR: IERE CAINDRE ANDRADE BRITO

ORIENTADOR: Prof. Dr. OLAF ANDREAS BAKKE

JULGAMENTO

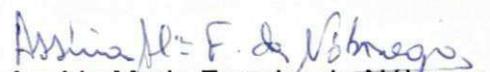
CONCEITO: APROVADO



Prof. Olaf Andreas Bakke
Presidente

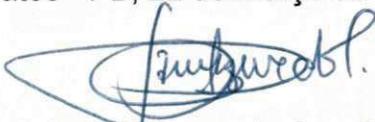


Profa. Edna Ursulino Alves
1º Examinadora



Profa. Assíria Maria Ferreira da Nóbrega
2º Examinadora

Patos - PB, 22 de março de 2010



Prof. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva
Coordenador

**A Deus, que sempre foi o meu auxiliador
em tudo que faço!**

DEDICO

**Aos meus pais, Cialdo Antonio Brito e
Iara Andrade de Brito e, ao meu irmão
Ieverton Caiandre Andrade Brito. As
pessoas mais importantes com quem
Deus me presenteou.**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela concretização de mais uma vitória.

Aos meus pais, Cialdo Antônio Brito e Iara Andrade de Brito, pelo exemplo.

Ao meu irmão Ieverton Caiandre Andrade Brito, pela grande amizade.

Aos meus avós Iraci Maria de Brito e José Aladino de Andrade (este *in memorian*).

Ao PPGZ/CSTR, por ter me acolhido nestes dois anos.

Ao Prof. Olaf Andreas Bakke pela orientação.

Ao Prof. Diércules Rodrigues dos Santos, pela co-orientação.

Ao PROCAD/CAPES, pelo intercâmbio na UNESP, viagem esta de valor inenarrável para minha vida profissional e pessoal.

A todos os Professores e professoras com quem convivi durante minha estada no CSTR.

Ao Prof. Jacob Silva Souto.

Aos funcionários: Otávio, Carlos, Sebastião (Catezinho), “Catér”, Ary da secretaria e Jair.

Aos colegas do CSTR, Daniel (Igaracy), Rênio, Anderson, Érick, Gregório, Júnior.

Aos colegas de mestrado em Zootecnia: Felipe Eduardo, Simone, Fernando, Diflândia, Nilton, Fabiana e Petruska (Mestrado em Zootecnia), e Margarida, Hélio, Ronaldo, Antônio Marcos, Juliana, pelos estresses ao estudar estatística.

Aos meus amigos José Alencar, Paulo Henrique, Klerisson Vidal, Fátima Vidal, Biu Vidal e Fabrício Vidal de Negreiros.

Ao Engenheiro agrônomo Josimar Augusto de Moura.

A todos os amigos que deixei no CCA-UFPB.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação profissional e humana.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. Alelopatia	14
2.2. Forma de ação	15
2.3. Efeitos Alelopáticos em vegetais	16
2.4. Características gerais das espécies	17
2.4.1. Marmeleiro	17
2.4.2. jurema preta	19
2.5. A importância dos sistemas agrosilvipastoris e atributos alelopáticos	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localizações dos experimentos	23
3.2 Preparo dos extratos aquosos e espécies utilizadas	23
3.3 Realização dos bioensaios na germinação e vigor	24
3.3.1 Bioensaios em laboratório	24
3.3.2 Bioensaios em viveiro	25
3.4 Delineamento experimental	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Germinação e crescimento de plantas em laboratório	26
4.1.1 Germinação	26

4.1.2 Crescimento de plântulas	30
4.2. Emergência e crescimento de plântulas em viveiro	34
4.2.1. Emergência.	34
4.2.2 Crescimento de plântulas	38
4.3 CONCLUSÃO	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Porcentagem de germinação inicial (PGI), final (PGF), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para milho em laboratório.....	27
Tabela 2.	Porcentagem de germinação inicial (PGI), final (PGF), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para feijão caupi em laboratório.....	28
Tabela 3.	Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de germinação inicial (PGI-%) de milho e feijão macaçar em laboratório.....	28
Tabela 4.	Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de germinação final (PGF-%) de milho e feijão macaçar em laboratório.....	30
Tabela 5.	Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento de parte aérea de milho e feijão macaçar em laboratório.....	32
Tabela 6.	Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento radicular de milho e feijão macaçar em laboratório.....	33
Tabela 7.	Porcentagem de emergência inicial (PEI), final (PEF), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para milho em viveiro.....	35
Tabela 8.	Porcentagem de emergência inicial (PEI), final (PEF), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para feijão em viveiro.....	35
Tabela 9.	Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de emergência inicial (PEI-%) de milho e feijão macaçar em viveiro.....	37
Tabela10.	Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de emergência final (PEF-%) de milho e feijão macaçar em viveiro....	37
Tabela11.	Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento de parte aérea (CPA - cm) de milho e feijão macaçar em viveiro.....	39
Tabela12.	Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento radicular de milho e feijão macaçar em viveiro.....	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Modelo esperado de quatro respostas envolvendo efeitos isolados e combinados entre dois aleloquímicos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de radícula e do hipocótilo..... 22

LISTA DE ABREVIATURAS

PGI: Porcentagem de germinação inicial

PGF: Porcentagem de germinação final

PEI: Porcentagem de emergência inicial

PEF: Porcentagem de emergência final

CPA: Comprimento da parte aérea

CR: Comprimento da raiz

BRITO, Iere Caindre Andrade. **ALELOPATIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO MACAÇAR E DE MILHO.** Patos, PB: UFCG, 2010. 53 f. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-Árido).

RESUMO

O sucesso da implantação de sistemas agrosilvipastoris depende, dentre outros fatores, de estudos que avaliem o efeito alelopático entre as espécies. Nesse sentido, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito alelopático de extratos de ramos jovens de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.) na germinação e vigor de feijão macaçar e milho. Foram utilizados extratos aquosos nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100% a partir do extrato bruto. Os testes foram realizados em laboratório e viveiro; no ensaio em laboratório foram utilizados 12mL da respectiva diluição por caixa gerbox contendo 25 sementes. No ensaio em viveiro utilizou-se a mistura de areia e vermiculita 1:1 (v/v) em tubetes de polipropileno de 350 cm³ e umidade equivalente a 70% da capacidade de campo. Os extratos foram aplicados parceladamente até os 14 dias após a germinação. Nos dois ensaios o delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 3 (concentração e fontes dos extratos), em quatro repetições. Em laboratório a germinação do milho foi mais afetada pelo extrato misto, enquanto para o feijão macaçar a maior sensibilidade foi aos extratos isolados. Os comprimentos de parte aérea e radicular foram afetados com o aumento da concentração. Em viveiro, a germinação inicial foi mais afetada por concentrações maiores, porém os extratos não influenciaram a germinação final das sementes de ambas as espécies. Não houve influência da concentração do extrato da jurema no comprimento radicular do milho, sendo que apenas o extrato misto causou efeito prejudicial às raízes do feijão macaçar. Pelos resultados conclui-se que há efeito alelopático dos extratos vegetais sobre o milho e o feijão macaçar.

Palavras chave: Agrosilvipastoril, efeito alelopático, sementes, semiárido.

BRITO, Iere Caindre Andrade. **ALLELOPATHY OF CAATINGA SPECIES OF GERMINATION AND VIGOR IN SEED CORN COWPEA BEAN**. Patos, PB: UFCG, 2010. 53 f. (Dissertation – Magister Science Husbandry Science – Agrosilvipastoral Systems in Semi-Arid)

ABSTRACT

The successful implementation of agroforestry systems depends on studies to evaluate the allelopathic effect. The objective of this study was to evaluate the allelopathic effects of *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir. and *Croton sonderianus* Mull. Arg in germination and growth of corn and cowpea bean. Aqueous extracts were used at concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100% (w / v) from the crude extract, where 250g of thin branches were processed in 1000 ml distilled water. The tests were performed in the laboratory and greenhouse, and in the laboratory were added to 12mL of their dilution by box containing 25 germinated seeds. In the greenhouse test, we used the mixture of sand and vermiculite 1:1 (v / v) autoclaved (120 ° C, 1 atm) in polypropylene tubes of 350 cm³, and humidity of 70% of field capacity. The dilutions of the extract were applied in installments increasing to fourteen after germination. In both experiments, a completely randomized design was used in a factorial scheme (5x3), four dilutions and a control group, three types of extracts, two isolates (*M. tenuiflora* and *C. sonderianus*) and one mixed extract (*M. tenuiflora* plus *C. sonderianus*) with four replications per treatment. We used two target species (Corn and Cowpea Bean). In laboratory, the germination of corn was more affected by the mixed extract, while the cowpea bean showed greater sensitivity to extracts isolated. The lengths of aerial and root part decreased with increasing concentration. In greenhouse, the initial germination was more affected by higher concentrations, but the extracts didn't affect the final germination of both species. There wasn't influence of the concentration of the extract of *M. tenuiflora* on root length of corn. Only the mixed extract caused a deleterious effect on the roots of cowpea. The results obtained in bioassays showed allelopathic effect of plant extracts on corn and cowpea.

Keywords: Agroforestry, allelopathic effects, seeds, semiarid.

1 INTRODUÇÃO

A atividade aleloquímica é um importante elemento de defesa de espécies vegetais, a qual refere-se às interações bioquímicas que ocorrem entre essas espécies. Os produtos que conferem caráter alelopático são originados dos metabolismos primários e secundários (FERREIRA e AQUILA, 2000; RODRIGUES, 2002).

Estudos envolvendo este tema devem ser tratados de forma mais aprofundada, pois todas as plantas são capazes de sintetizar compostos aleloquímicos, apesar de muitas espécies cultivadas terem diminuído essa capacidade ao longo do tempo (MANO, 2006). Considerando este fato, a implantação de sistemas agroflorestais ou agrosilvipastoris deve considerar o potencial alelopático das espécies envolvidas no sistema, já que esse fenômeno tem influência marcante na composição florística, na dominância de espécies vegetais e também na agricultura.

Dentre as várias espécies que compõe a flora da caatinga brasileira destacam-se a jurema-preta e o marmeleiro. Nestes vegetais, a presença de compostos considerados como aleloquímicos podem afetar a germinação e o desenvolvimento de plantas aos quais estão sujeitas. Entretanto, a observação desta interferência torna-se difícil a nível de campo, pois não há como observar se o dano causado foi devido à subtração de um fator básico de produção, como a competição por água, luz e nutrientes ou à adição de um composto ao meio.

A fim de se ter maior precisão nos estudos sobre interferência alelopática, a utilização de bioensaios é de primordial importância, pois há o controle de fatores essenciais ao crescimento e, o efeito do composto testado é determinado com maior precisão (VELINE, 1991; ALVES, 1992).

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito alelopático de extratos de ramos jovens de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.) na germinação e vigor de feijão macaçar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e milho (*Zea mays* L.).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alelopatia

O termo alelopatia foi criado por Molisch em 1937, das palavras gregas *allelon*: de um para outro (mútuo) e *pathos*: (sofrer ou prejuízo) (FERREIRA e AQUILA, 2000). Deste modo refere-se à capacidade que os vegetais têm de interferir na germinação ou no desenvolvimento de um segundo ser vegetal, geralmente por substâncias que são liberadas no solo (MEDEIROS, 1990). Entretanto, Rizvi et al. (1992a) consideraram que o efeito alelopático de uma planta pode prejudicar como também beneficiar ou favorecer uma outra planta, apesar da maioria dos relatos da literatura serem de efeito prejudicial e sugerirem que essa atividade é realizada por biomoléculas que podem ser introduzidas na solução do solo, constituindo sua fase líquida ou volatilizadas para a atmosfera circundando outras plantas. Uma definição bastante coerente para o termo alelopatia pode ser a de Rice (1984) que descreveu a alelopatia como sendo “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente.

Na literatura há divergências sobre a origem das substâncias alelopáticas, onde Putnam e Duke (1978) as consideram como produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário das plantas. Para Einhellig (1996) essa origem frequentemente é obscura e sua atividade biológica pode ser reduzida ou aumentada pela ação de microrganismos, oxidação e outras transformações. Ferreira e Áquila (2000); Rodrigues (2002) demonstraram que esses compostos podem ser oriundos do metabolismo primário e do secundário, porém este último origina a maioria deles. Estes compostos podem ser exudados por várias partes do vegetal, geralmente por folhas e raízes. Tais substâncias podem se combinar de várias maneiras no solo interferindo no metabolismo de outros organismos (MEDEIROS, 1990). Estes metabólitos secundários se originam do metabolismo da glicose, tendo como intermediários principais, o ácido chiquímico e o acetato. Além disso, alguns metabólitos secundários resultam da combinação de uma unidade de ácido chiquímico e uma ou mais unidades de acetato ou derivados destes, como é o caso das antraquinonas, dos flavonóides e dos taninos condensados (CÂNDIDO, 2007).

Os produtos químicos considerados como alelopáticos ultrapassam o número de 10 mil, agrupados em várias classes de acordo com suas características. Essas substâncias

difícilmente agem como fator isolado, porém suas interações e ações sinérgicas somadas às condições do ambiente propiciam a interferência alelopática (ALMEIDA, 1988).

As leis da genética norteiam a síntese de metabólitos secundários (PIRES e OLIVEIRA, 2001). Estes produtos pertencem a grupos como os dos alcalóides, glicosídeos, derivados do ácido benzênico, quinonas, taninos, cianogênicos, terpenóides, flavonóides e cumarinas (MEDEIROS, 1990). Muitas destas substâncias também desempenham papel de defesa contra herbivoria como os taninos (SANTAMARIA, 1999), pois são redutoras de digestibilidade (HOWE e WESTLEY, 1988). Em se tratando de prejuízos em vegetais as funções mais afetadas são o crescimento, a assimilação de nutrientes, a fotossíntese, a síntese de proteínas, a respiração, a permeabilidade da membrana celular e a atividade enzimática (ALMEIDA, 1988).

2.2 Formas de ação

Uma das formas em que os aleloquímicos entram em contato com as plantas terrestres é através de restos de plantas vizinhas que formam a serapilheira. No processo de decomposição os aleloquímicos podem influir sobre a atividade de microrganismos principalmente de Nitrosomas e Nitrobacter, segundo Rice (1984, 1992), que sugere que a baixa concentração de nitrato em áreas clímax é, muitas vezes, devido à ação alelopática na nitrificação (RICE, 1984; 1992).

De acordo com o modo de ação dos aleloquímicos pode-se dividi-lo como de ação direta e indireta. Onde no primeiro, há modificações nas propriedades edáficas e nas comunidades microbiológicas, enquanto no segundo pode ocorrer a absorção do aleloquímico pelas células da planta receptora alterando assim seu metabolismo (FERREIRA e ÁQUILA, 2000). Porém, esses compostos quando inertes do ponto de vista alelopático podem ser ativados por decompositores (WALLER et al., 1999). Assim, algumas espécies nos sistemas produtivos, além da competição por fatores básicos de produção como água, luz e nutrientes podem afetar o desenvolvimento e o rendimento de culturas agrícolas devido à manifestação de efeitos alelopáticos, pela liberação de substâncias químicas pelas raízes (exudatos) e/ou decomposição de resíduos (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Este fato se comprova pela redução no crescimento de milho (Poaceae) e soja (Fabaceae) quando estas plantas são

cultivadas em locais infestados anteriormente por tiririca (*Cyperus rotundus* L.), em trabalhos citados por Catunda et al. (2002). Desta forma observa-se que a maioria dos trabalhos que enfocam o tema “alelopatia” envolve espécies de interesse econômico (MARASCHIN-SILVA e ÁQUILA, 2006; TOKURA e NÓBREGA, 2006).

Nos extratos utilizados em experimentos com alelopatia deve-se dar preferência à água como solvente utilizado no preparo, à semelhança do que ocorre na natureza (INDERJIT e DAKSHINI, 1995). O uso de areia e vermiculita como substrato justifica-se pelo fato da areia lavada ter menor interação com as substâncias teste (FERREIRA e AQUILA, 2000) e a vermiculita possuir a propriedade de absorver em até cinco vezes o seu volume em água, (FILGUEIRA, 2008).

2.3 Efeitos alelopáticos em vegetais

A atividade alelopática é complexa, atuando de várias maneiras dependendo de muitos fatores intrínsecos à planta alvo, à planta teste ou ambientais. Por exemplo, Rodrigues et al. (1999) verificaram que a resteva de trigo não influenciou a germinação de culturas como milho e feijão, mas reduziu o seu crescimento.

Bioensaios envolvendo extratos de algumas espécies do semi-árido como a jurema-preta e o cumaru indicaram a presença de fitotoxicidade para alguns vegetais de importância econômica como alface, sorgo, milho e feijão guandu (MANO, 2006; SILVA, 2007). Estes resultados chamam a atenção para o correto dimensionamento populacional destas plantas nos sistemas agroflorestais.

Outros efeitos foram considerados como alelopáticos, dentre os quais, aqueles citados por Fancelli e Dourado Neto (2000) como se segue (a): resíduos de capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e setária (*Setaria laberi*) reduziram o desenvolvimento inicial e a produção de milho; (b) restos de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) diminuíram a população de picão preto (*Bidens pilosa*); (c) resíduos de feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) inibiram o desenvolvimento de tiririca (*Cyperus rotundus*); (d) restos de cravo-de-defunto (*Tagetes patula*) reduzem a germinação de sementes de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e, resíduos de aveia preta (*Avena strigosa*) diminuíram a população de capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*). Outros autores também verificaram que a resteva de trigo retardou

o crescimento de plantas de algodão (HICKS et al., 1989). Raízes de milho também foram afetadas pela resteva de soja (MARTIN et al., 1990), assim como a palhada de arroz inibiu o crescimento de aveia, trigo e lentilha (NARWAL, 1999). Vários autores demonstraram o efeito que muitos vegetais e/ou seus resíduos têm sobre outras espécies ou até mesmo em si mesmas. Pode-se assim citar o experimento realizado por Kalburtji (1999) em que os extratos de folhas de trigo foram responsáveis pela redução da germinação de suas próprias sementes e também no desenvolvimento de suas plântulas. No Brasil, porém, foi verificado que a resteva de trigo (*Triticum aestivum*), aveia preta (*Avena strigosa*) ou centeio (*Secale cereale*) não interferiu na germinação de plantas de soja e feijão (fabáceas) e de milho (poácea), entretanto o crescimento das plântulas foi afetado (RODRIGUES et al., 1999).

A sucessão vegetal, a estrutura e a composição de comunidades vegetais, a dominância de certas espécies vegetais afetando a biodiversidade local e a agricultura são influenciadas pela alelopatia (REIGOSA et al., 1999). Assim percebe-se que esse fenômeno deve ser cada vez mais focado, visto que sua influência nos ecossistemas naturais e manejados se torna cada vez mais perceptível.

2.4 Características gerais das espécies

2.4.1 Marmeleiro

Das várias espécies com potencial alelopático descritas na literatura, algumas do gênero *Croton* foram identificadas como por exemplo *C. bonplandianum* (THAPAR e SINGH, 2006). No entanto, pouco se sabe sobre a capacidade alelopática das espécies de *Croton* nativas do Brasil.

O marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.) é o principal arbusto colonizador das caatingas sucessionais do Nordeste que tem grande poder invasor. Em áreas sucessionais, esta espécie pode apresentar densidade de 10.000 a 45.000 plantas/ha (CARVALHO et al., 2001) e possui um elevado teor de tanino (CUNHA et al., 2007). O Gênero *Croton*, segundo maior da família *Euphorbiaceae*, inclui aproximadamente 1000 espécies, das quais algumas são conhecidas como fonte de diterpenos, principalmente diterpenos do tipo clerodano furânico.

Também são relatados diterpenos do tipo cleistantano, beierano, caurano e labdano. Estudos farmacológicos dos extratos orgânicos e substâncias isoladas das raízes de *Croton sonderianus*, revelaram significativa atividade biológica. Esta espécie apresenta atividade larvicida contra o *Aedes aegypti* (CAVALCANTI et al., 2004), e foi citado por Vasconcelos et al.(2009), como tendo ação antiinflamatória, antinociceptiva e gastroprotetora. O Ácido 3,4-*seco*-traquilobanóico, um dos constituintes químicos isolados das suas raízes, apresentou atividade antimicrobiana (DORADO e SILVEIRA, 2009).

Pesquisas envolvendo extratos aquosos e/ou resíduos foliares de marmeleiro incorporados ao solo evidenciaram a interferência desta espécie na germinação e desenvolvimento de espécies daninhas, muitas vezes atribuído à diminuição dos pigmentos fotossintetizantes (ALBUQUERQUE et al., 2009).

O marmeleiro é um arbusto de porte variável com até 6 m de altura, ramoso, com folhas simples, elítico-ovais, pilosas, com aroma que lembra o óleo de pinho, providas de estípulas grandes, especialmente nos ramos jovens. As flores são pequenas, esbranquiçadas, em espigas terminais. O fruto apresenta cápsula de deiscência explosiva, com sementes oleaginosas e brilhantes. É originária do Brasil e cresce de forma silvestre do Piauí até Minas Gerais, ocupando as áreas desmatadas e formando grandes conjuntos relativamente homogêneos na caatinga. Pela abundância, foi proposta a utilização do seu óleo como substituto do óleo diesel. Fornece estacas e varas curtas para cercas, bem como para preparação de armadilhas para pesca da lagosta, graças à resistência da madeira mergulhada na água do mar (LORENZI e MATOS, 2002).

O estudo fitoquímico desta espécie aponta um óleo essencial de composição complexa como responsável pelo aroma das folhas e cascas o qual contém pineno, cânfora, guaiazuleno, além de vários outros monoterpenos e sesquiterpenos. O extrato benzênico de sua madeira mostrou-se ativo contra *Staphylococcus aureus* e em sua composição foram encontrados a scopoletina, que é uma hidroxycumarina e vários diterpenos (LORENZI e MATOS, 2002). A cumarina também foi responsável por inibir a germinação de sementes em experimentos realizados por Almeida (1988).

Substâncias como hidroxycumarina, tanino, terpenos, sesquiterpenos presentes no marmeleiro são consideradas por vários autores como aleloquímicas (PUTNAN e DUKE, 1978; MEDEIROS, 1990; DUKE e ABBAS, 1996; FERREIRA e ÁQUILA, 2000). A

presença destes compostos justifica a atenção que deve ser dada a esta espécie quando introduzida em sistemas agrosilvipastoris.

2.4.2 Jurema-preta

A jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir.), pertencente à família das Fabaceae é um arbusto ou arvoreta de 2,5 a 5 m, de copa aberta, ramos nigrescentes, resinosos quando jovens, com acúleos subulados, retos, de base larga. A espécie possui um caráter muito agressivo e é muito utilizada para obtenção de forragem para os animais e para lenha (QUEIROZ, 2009). Nas cascas há cerca de 17,74% de tanino condensado o que reduz o ataque de pragas e doenças (PAES et al., 2006).

Estes taninos podem ser classificados como hidrolisáveis e condensáveis, onde hidrolisáveis agem como inibidores de germinação, de crescimento e também afetam negativamente algumas bactérias do solo e os taninos condensados são constituídos de monômeros conhecidos como flavonóides, afetando também a germinação de sementes (SILVA, 2007).

As plantas lenhosas, devido à sua perenidade, estão vulneráveis às mudanças ambientais por longos períodos e também ao ataque de pragas e doenças. A interação entre estes fatores induzem o desenvolvimento de metabólitos secundários, cujo papel está relacionado com a proteção destas plantas (FERREIRA e ÁQUILA, 2000).

Muitas das pesquisas envolvendo alelopatia vêm sendo desenvolvidas em bioensaios laboratoriais, sob condições controladas para que essa atividade seja comprovada (INDERJIT e DAKSHINI, 1995). Muitos autores descreveram a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas, especialmente o do sistema radicular, como variáveis utilizadas em bioensaios para verificar o caráter alelopático (RICE, 1984; JACOBI e FERREIRA, 1991; SOUSA FILHO et al., 1997; MIRÓ et al., 1998; PIRES et al., 2001;). Entretanto, metabólitos secundários que agem como alelopáticos podem ser específicos, ou seja, a tolerância ou a resistência a aleloquímicos varia de espécie para espécie. Culturas como alface, cebola, tomate e pepino são mais sensíveis e indicadoras de atividades alelopáticas (ALVES et al., 2004).

2.5 A importância dos sistemas agroflorestais e atributos alelopáticos

A região semi-árida do nordeste brasileiro apresenta capacidade de implantação de sistemas agrosilvipastoris, devido suas características ambientais e socioeconômicas, para uso sustentável da terra (MENEZES et al., 2008). Entretanto, esses mesmos autores orientam a pesquisa para o uso e manejo de espécies arbóreas nesses sistemas. O World Agroforestry Center (2008) definiu os sistemas agroflorestais como “sistemas dinâmicos de manejo dos recursos naturais baseados em princípios ecológicos que, através da integração de árvores em propriedades rurais e agroecossistemas, diversificam e dão sustentabilidade à produção, promovendo melhorias nas características sociais, econômicas e ambientais para quem cultiva e/ou explora a terra”.

No semi-árido do nordeste brasileiro, grande parte dos agricultores cultivam principalmente milho e feijão (Antonino et al., 2000), especialmente para autoconsumo. O cultivo dessas culturas agrícolas em sistemas agroflorestais, com predominância de espécies nativas como a jurema-preta e o marmeleiro deve ser observado, pois compostos considerados alelopáticos são encontrados nestes vegetais (POSER et al., 1996; PERIOTTO et al., 2004; XUAN et al., 2005). Como a serrapilheira depositada ao solo contribui para a dinâmica desse ecossistema (CÉSAR, 1993) e seu acúmulo é regulado pela quantidade de material e sua taxa de decomposição (ALVES et al., 2006), os resíduos vegetais incorporados podem prejudicar o desenvolvimento de vegetais.

As pesquisas que enfatizam as relações alelopáticas entre espécies que podem compor o sistema agroflorestal devem considerar alguns fatores entre as espécies alvo e aquelas teste. Por exemplo, a falta de sensibilidade do feijão macaçar aos extratos, não indica que outras espécies receptoras se comportem de tal modo. Segundo Inderjit e Dakshini (1995), a germinação não é o principal processo para as interações alelopáticas. Deste modo deve-se verificar quais respostas no campo da alelopatia obtidas em testes científicos podem sofrer variações de fatores como parte da planta utilizada, natureza química de cada alelopático e estado fenológico da espécie. Alguns autores como Almeida (1988), Friedman (1995), Juan Jimenez-Ozornio et al. (1996) e Delachiave et al. (1999), citados por Silva (2007) corroboram este fato.

Neste estudo, apesar dos testes serem direcionado a duas culturas agrícolas de grande importância regional, milho e macaçar, apenas o milho é mais utilizado como modelo para bioensaios (MACIAS et al., 2000).

Dois atributos complementares estão presentes nos aleloquímicos segundo An et al. (1993), o estimulatório e o inibitório. Porém, muitos trabalhos na literatura mencionaram o caráter detrimental destes compostos. Em pesquisas envolvendo alelopatia vários elementos devem ser considerados para que os resultados sejam os mais concretos possíveis. Autores como Souza Filho (2006) consideraram que as inibições alelopáticas são o efeito de compostos distintos e não de um único isoladamente, de modo que se pode dizer que a ação biológica de uma mistura de aleloquímicos será determinada não apenas por sua concentração, mas pela interação entre ambos.

O modelo teórico proposto por Souza Filho (2006) enfatiza quatro possibilidades que podem ser assumidas, com a consideração da possibilidade A, toda combinação entre as duas substâncias alelopáticas produz efeitos deletérios sempre maiores do que se comparando as duas substâncias isoladas, uma vez que esse fato seja manifestado pode-se afirmar que houve sinergismo entre as substâncias. Na possibilidade B, percebe-se o contrário, ou seja, a interação entre os compostos causa efeito menos nocivo, as substâncias puras agem causando mais danos. Assim, as variações de redução e aumento devem-se mais à concentração do que qualquer relação entre elas. Na possibilidade C vê-se que as combinações 3:1 e 1:1 produziram efeitos inibitórios maiores do que S_1 pura, entretanto, para todas as combinações entre S_1 e S_2 a inibição foi sempre menor do que a S_2 , de forma a se concluir, portanto, que S_2 potencializa S_1 . No último modelo, inverso ao C nota-se que S_1 potencializa S_2 (Figura 1).

O conhecimento do caráter alelopático de algumas espécies deve ser considerado na implantação de sistemas agrofloretais, pois este fator é um importante mediador da dinâmica das populações, determinando o padrão e a densidade da vegetação (SMITH e MARTIN, 1994). Estes sistemas buscam a sustentabilidade e a maiores índices de produtividade (RIZVI et al., 1999). Os efeitos que muitos desses vegetais irão provocar na implantação da cultura agrícola ou no sistema agroflorestal juntos com fatores de natureza diversa devem ser reduzidos ao máximo para que haja melhor sucesso com o sistema. Deste modo torna-se de fundamental importância a complementação de trabalhos a campo para que sejam definidos parâmetros adequados quanto à densidade de espécies nativas com caráter alelopático em sistemas agrosilvipastoris.

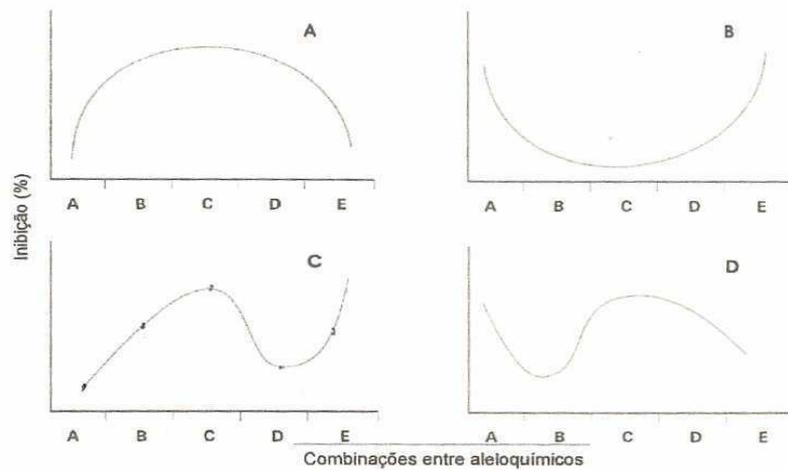


FIGURA 1. Modelo esperado de quatro respostas envolvendo efeitos isolados e combinados entre dois aleloquímicos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de radícula e do hipocótilo. Fonte Souza Filho (2006).

Nos eixos x: A = substância S1 pura; B = 3:1; C= 1:1 mg/mL; D= 1:3 mg/mL; E= Substância S2 pura, respectivamente para as combinações em S1:S2.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização dos experimentos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fisiologia Vegetal e no viveiro florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos-PB, entre março e junho de 2009.

3.2 Preparo dos extratos aquosos e espécies utilizadas

A matéria fresca, constituída de pontas de ramos jovens ($\Phi < 5$ mm) de marmeleiro e jurema-preta foi coletada ao fim da tarde, em estádio de vegetação plena, na Fazenda Nuperário, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, no município de Patos-PB, com temperatura média anual de 32,9 °C e umidade relativa do ar de 61 % (BRASIL, 1992a).

O material vegetal de cada espécie foi picado, pesado e triturado com água destilada em liquidificador industrial por três minutos e em seguida deixado em repouso por 30 minutos. Utilizou-se peneira de 2 mm para filtração dos extratos que foram acondicionados em vidros translúcidos e deixados em geladeira até seu uso em no máximo 30 dias. A obtenção do extrato bruto de *C. sonderianus* e *M. tenuiflora* foi realizada obedecendo-se a metodologia de Cruz et al. (2000), onde 250 g do material vegetal foram triturados em 1000 mL de água destilada. A partir dos extratos brutos foram feitas diluições, com água destilada, na ordem de 25, 50, 75 e 100 %, comparando-se ao tratamento onde houve apenas água destilada.

Os resultados de pH para os extratos nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 % foram, respectivamente: jurema-preta: 5,9; 5,8; 5,7 e 5,7; marmeleiro: 5,9; 5,8; 5,8 e 5,8; jurema mais marmeleiro: 6,1; 5,7; 5,7 e 5,7. Os valores da CE (dS/m) para as concentrações de 25, 50, 75, e 100 %, foram: jurema-preta: 0,56; 1,02; 1,64; e 2,04; marmeleiro: 0,91; 1,3; 1,8; e 2,26; jurema mais marmeleiro: 0,31; 1,0; 1,7 e 2,07.

3.3 Realização dos bioensaios na germinação e vigor

3.3.1 Bioensaio em laboratório

Para o teste em laboratório utilizou-se os extratos brutos de marmeleiro, jurema-preta e uma mistura de jurema mais marmeleiro (1:1) nas diluições descritas acima além do tratamento controle (apenas água destilada).

Todos os ensaios em laboratório foram desenvolvidos em caixas transparentes de 11 x 11 x 3 cm com tampa, esterilizadas com álcool etílico, nas quais foram colocadas duas folhas de papel germitest, previamente esterilizadas em autoclave a 120°C por uma hora. Posteriormente houve o umedecimento das folhas de papel com 12 mL do extrato em suas respectivas diluições, sendo que havendo necessidade de umedecimento, todas as caixas receberam volumes iguais de, no máximo 4mL/caixa, quando os papéis tenderam ao ressecamento pelo levantamento das tampas nos últimos dias do ensaio.

As plantas alvo utilizadas foram o milho (*Zea mays* L.) e o feijão macaçar (*Vigna unguiculata* (L) Walp. adquiridas de agricultores da região de Patos. Em cada caixa foram semeadas 25 sementes de cada espécie, desinfectadas em solução de hipoclorito de sódio a 5%, em quatro repetições por tratamento. As caixas foram acondicionadas em câmara climatizada (BOD), com luminosidade somente no momento da contagem e temperatura de 25° C. As contagens ocorreram no quarto e décimo quarto dia após a semeadura, para obtenção do percentual inicial e final de germinação, respectivamente. Para a avaliação de germinação considerou-se como germinadas as sementes que apresentavam protusão radicular acima de 2 mm (BRASIL, 1992b). A fórmula utilizada para o cálculo da porcentagem inicial e final de germinação foi a descrita por Labouriau e Valadares (1976): $G=(N/A) \times 100$. Onde, N = número total de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas para germinar.

A avaliação de crescimento foi realizada no décimo quarto dia após a semeadura, mediante determinação do comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento da raiz principal (CR), onde CPA foi a distância entre o coleto da plântula e o ápice do meristema foliar, e o CR correspondeu à distância entre o coleto da plântula e o ápice do meristema da raiz (BENINCASA, 1988). Somente foram mesuradas as plântulas com capacidade de desenvolvimento segundo Brasil (1992b).

3.3.2 Bioensaio em viveiro

O experimento em viveiro foi realizado em área telada pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos. As sementes utilizadas foram tratadas da mesma forma que aquelas utilizadas no laboratório. Foram utilizados 120 tubetes de 350 cm³ preenchidos com um substrato constituído de areia lavada e vermiculita 1:1, (v/v), esterilizadas em autoclave a 120°C e 1 atm por 20 minutos. A esse substrato foram adicionadas três sementes por tubete e, ao final dos 14 dias foi calculada a média de CPA e CR das plântulas em cada tubete. O volume de extrato adicionado correspondeu a 70 % da capacidade de campo do substrato. Ao final do quarto e décimo quarto dias após a semeadura realizou-se a contagem de sementes germinadas, consideradas aquelas que emergiram o epicótilo. A porcentagem de emergência foi calculada de acordo com a metodologia usada por Labouriau e Valadares (1976) e corrigidas de acordo com a expressão $(\sqrt{G}) + 0,5$. Ao final dos 14 dias foram avaliados o comprimento da raiz principal (distância do coleto ao meristema apical radicular) e parte aérea (distância do coleto ao ápice meristemático das folhas) de ambas as espécies (BENINCASA, 1988).

3.4 Delineamento experimental

Para cada espécie teste foram realizados dois ensaios em delineamento inteiramente ao acaso, com 15 tratamentos num arranjo fatorial 5 x 3 (concentração e fontes dos extratos), em quatro repetições. Os dados de germinação e comprimento de parte aérea e radicular foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. As interações significativas foram submetidas à regressão na análise de variância. As equações com coeficiente de determinação (R^2) menor que 0,15 para os componentes quadráticos ou lineares foram consideradas não ajustadas. Utilizou-se o programa estatístico ASSISTAT (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Germinação e crescimento de plântulas em laboratório

4.1.1 Germinação

As porcentagens de germinação inicial (PGI), germinação final (PGF), comprimento de parte aérea (CPA) e radicular (CR) de plântulas de milho e feijão macaçar submetidas à concentração e fontes de extrato com suas respectivas equações de regressão e r^2 estão nas tabelas 1 e 2. De acordo com tabela 1 verifica-se que os dados das variáveis PGI e PGF para o milho não se ajustaram a modelos de regressão, na presença das diluições de marmeleiro.

O extrato da jurema-preta influenciou negativamente todas as variáveis estudadas no milho, corroborando a tese de que o milho pode ser utilizado como modelo em bioensaios nos testes em alelopatia (MACIAS et al., 2000). A porcentagem de germinação inicial e final sofreu reduções em cerca de três por cento para cada unidade percentual da diluição do extrato adicionado. A redução da germinação inicial do milho quando utilizado o extrato de jurema-preta, possivelmente pode ser atribuído à parte lenhosa dos ramos, uma vez que apenas as folhas não causaram nenhum efeito na germinação em outras poáceas, ao contrário do que ocorreu com as cascas (SILVA, 2007). Isto evidencia a resposta alelopática que pode haver entre órgãos distintos em uma mesma planta e a espécie alvo (FERREIRA e ÁQUILA, 2000; WU et al., 2000).

Os resultados da mistura dos dois extratos não foram significativos para nenhum modelo quanto à PGI do milho. Na PGF, o modelo não foi ajustado. Na tabela 1 pode-se observar que este tipo de extrato se comportou causando efeito menos nocivo quando comparado aos isolados, de acordo com o segundo modelo teórico de Souza Filho (2006). Também não foi verificada sensibilidade do milho a extratos aquosos de leucena e apenas a concentração máxima de extrato de *Baccharis dracunculifolia* conseguiu reduzir sua germinação (PRATES et al., 2000; GUSMAN et al., 2008).

A junção dos extratos causou efeito negativo à parte aérea e ao sistema radicular, sendo que, novamente as raízes demonstraram maior sensibilidade. As reduções ocorreram na ordem 0,064 e 0,086 cm para cada unidade percentual na concentração do extrato.

Para o feijão macaçar observa-se que para a PGI e a PGF a interação não foi significativa ao extrato de marmeleiro (Tabela 2). Estes resultados são contrastantes aos de

alguns autores (MUNIZ et al., 2007 e PEREIRA et al., 2008), porém corroboram com os obtidos por Silva (2007).

A PGI e PGF do feijão foram reduzidas 0,084 e 0,076 unidades percentuais para cada unidade aumentada na concentração do extrato da jurema. A junção dos extratos reduziu tanto a PGI quanto a PGF do feijão macaçar, em torno de 0,56 a 0,57% para cada unidade percentual aumentada na concentração. Entretanto pode-se observar que este tipo de extrato foi mais deletério do que aqueles utilizados isoladamente. Estes resultados corroboram os obtidos por Souza Filho (2006), com interação de aleloquímicos, em seu primeiro modelo teórico.

A baixa sensibilidade do feijão aos extratos isolados não descaracteriza o potencial alelopático das espécies teste, uma vez que a resistência a alguns metabólitos secundários considerados alelopáticos pode ser mais ou menos específica, existindo variações de sensibilidade de uma espécie para outra (ALMEIDA, 2007). Todavia, como se pode perceber, um composto que se apresenta tóxico para uma espécie pode ser inócua a outra, mesmo estando estreitamente relacionada com esta (CÂNDIDO, 2007).

Tabela 1. Porcentagem de germinação inicial (PGI - %), final (PGF - %), comprimento de parte aérea (CPA - cm), comprimento radicular (CR - cm) e equações de regressão para milho em laboratório.

Fonte	Parâmetros	Concentrações (%)					Equações	r ²
		0	25	50	75	100		
Marmeleiro	PGI	93	94	83	99	90	Não ajustada	-
	PGF	96	94	83	100	93	Não ajustada	-
	CPA	13	13	9	9	7	y = 13,26 - 0,063x**	0,86
	CR	13	14	9	7	5	y = 13,72 - 0,088x**	0,91
Jurema	PGI	96	59	60	60	61	y = 81,00 - 0,276x**	0,45
	PGF	97	67	73	61	64	y = 86,78 - 0,288x**	0,62
	CPA	11	5	4	3	3	y = 8,57 - 0,069x**	0,67
	CR	13	5	4	4	3	y = 10,02 - 0,087x**	0,70
Jurema + Marmeleiro	PGI	96	97	98	99	99	ns	ns
	PGF	98	98	99	98	99	Não ajustada	-
	CPA	11	6	5	4	4	y = 8,272 - 0,064x**	0,75
	CR	13	6	6	5	3	y = 11,12 - 0,086x**	0,84

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 2. Porcentagem de germinação inicial (PGI - %), final (PGF - %), comprimento de parte aérea (CPA - %), comprimento radicular (CR - %) e equações de regressão para feijão macaçar em laboratório.

Fonte	Parâmetros	Concentrações (%)					Equações	r ²
		0	25	50	75	100		
Marmeleiro	PGI	95	92	95	95	93	ns	ns
	PGF	96	93	95	95	93	ns	ns
	CPA	9	9	7	8	5	y = 9,61 - 0,041x**	0,79
	CR	9	8	7	7	4	y = 9,33 - 0,046x**	0,85
Jurema	PGI	96	93	90	90	87	y = 95,40 - 0,084x*	0,94
	PGF	97	94	93	91	89	y = 96,60 - 0,076x*	0,98
	CPA	8	5	5	4,5	4,55	y = 6,71 - 0,027x**	0,66
	CR	9	5	5	3,5	2,9	y = 7,98 - 0,057x**	0,86
Jurema + Marmeleiro	PGI	96	50	42	43	29	y = 80,20 - 0,56x**	0,75
	PGF	97	60	47	48	32	y = 85,20 - 0,57x**	0,83
	CPA	13	13	6	6	6	y = 13,05 - 0,08x**	0,73
	CR	10	12	10	5	5	y = 11,81 - 0,07x**	0,73

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade

No que se refere às fontes testadas na germinação inicial das duas espécies alvo estudadas, verifica-se diferença significativa entre elas quando utilizadas em milho, sendo que o efeito mais deletério foi causado pelo extrato da jurema, onde houve uma redução de cerca de 30 % em relação ao extrato misto. Seguido pelo marmeleiro, com 91,8 % de sementes germinadas, e dos dois extratos juntos, onde o efeito foi menos visível. Efeito contrário foi verificado para as sementes de feijão, esta espécie foi menos afetada pelas fontes isoladas de jurema e marmeleiro, já a interação dos extratos causou o menor índice de germinação (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito de três fontes de extratos vegetais na percentagem de germinação inicial (PGI - %) de milho e feijão macaçar em laboratório.

Fontes	PGI milho	PGI feijão
Extrato de marmeleiro	92 b	94 a
Extrato de jurema	67 c	91 a
Extrato de j + m	98 a	52 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em função dos resultados obtidos verifica-se que nas plantas-alvo as respostas foram diferentes em função da adição de extratos foliares de *C. sonderianus*. Tal observação corrobora com a tese de que a alelopatia é um tipo de relação espécie-específica, ou seja, diferentes espécies podem responder de forma diferente a presença da mesma espécie alelopática ou aleloquímico (PRATI e BOSSDORF, 2004).

Silva e Aquila (2006) verificando o efeito de extratos de *Erythroxylum argentinum*, *Luehea divaricata*, *Mysine guianensis* e *Ocotea peberula* sobre a germinação inicial de alface, não obtiveram diferença significativa em relação ao grupo controle apesar daquelas espécies apresentarem potencial alelopático.

Da mesma forma que para a germinação inicial, observa-se que a interação dos extratos da jurema-preta e do marmeleiro afetou negativamente a germinação final do feijão à medida que a concentração do extrato na solução aumentou. Estes dados se assemelham aos obtidos por Lustosa et al. (2007) testando o efeito alelopático de *Piper aduncum* L. e *Piper tectoniifolium* Kunth em alface, sob condições de laboratório.

Trabalhos realizados com extratos de espécies nativas da caatinga como a jurema e o cumaru, em bioensaios também demonstraram efeito alelopático na germinação de algumas espécies de importância econômica (MANO, 2006; SILVA, 2007). Entretanto, deve-se atentar para a resposta dada por cada espécie alvo porque as sementes pequenas são mais afetadas do que sementes grandes (SOUZA FILHO et al. (2003).

Lima et al. (2007) observaram que extratos aquosos da parte aérea de crotalária, feijão-de-porco e gergelim reduziram a germinação final de *Bidens pilosa* em concentração de 20%.

Os resultados obtidos para as fontes de extratos analisados quanto à porcentagem de germinação final seguiram as mesmas tendências da germinação inicial. Ao final dos quatorze dias as sementes de milho continuaram sendo mais prejudicadas pelo extrato da jurema, onde houve uma redução de cerca 27% das sementes germinadas seguido pelo marmeleiro. Para esta poácea a interação entre os extratos causou efeito menos prejudicial se comparado aos extratos isolados. Vê-se, então, que os extratos puros de marmeleiro e jurema-preta causaram efeito mais deletério ao milho. Em contrapartida, a interação entre esses dois extratos prejudicou a germinação do feijão. Neste caso não houve diferença significativa entre os extratos puros (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito de três fontes de extratos vegetais na percentagem de germinação inicial (PGF - %) de milho e feijão macaçar em laboratório.

Fontes	PGF milho	PGF feijão
Extrato de marmeleiro	93 b	94 a
Extrato de jurema	72 c	93 a
Extrato de j + m	98 a	57 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro fator que se deve considerar é que geralmente os testes de germinação em meio a extratos são menos responsivos do que aqueles em que é analisado o crescimento da planta, como o comprimento de raiz e parte aérea. (INDERJIT e DAKSHINI, 1995; SILVA e AQUILA, 2006).

Nos resultados de germinação em laboratório vê-se que o milho se comportou de forma distinta ao do feijão quanto às fontes utilizadas. Há de se considerar, porém, que existem influências diversas que podem modificar os dados obtidos desde a época em que as folhas são coletadas até a espécie alvo testada (JACOBI e FERREIRA, 1991; FERREIRA e ÁQUILA, 2000).

Em alguns trabalhos envolvendo extratos aquosos de espécies do gênero *Mimosa*, foi verificado que as menores concentrações (3,12 e 6,25%) foram mais eficientes na inibição da germinação de sementes de *Tabebuia alba*, do que extratos mais concentrados (12,5%) (PIÑA-RODRIGUES e LOPES, 2001). Variações em relação à concentração também foram verificadas por Carvalho et al. (1996). Já extratos aquosos de marmeleiro inibiram a germinação de picão preto e carrapicho com aumento da concentração (VASCONCELOS et al., 2009).

Souza Filho (2006) relatou que pode haver diferenças na habilidade de cada substância em promover inibições nos fatores analisados, também deve ser considerada a sensibilidade das espécies receptoras testadas.

4.1.2 Crescimento das plântulas

O comprimento de parte aérea (CPA) e (CR) das plântulas de milho e feijão sujeitas às cinco concentrações com suas respectivas equações de regressão está apresentado nas tabelas

1 e 2. Para essas médias verificou-se comportamento ajustado para equação linear em função das concentrações testadas, ou seja, a resposta da concentração (x), afeta linearmente a porcentagem ou comprimento (y) das espécies alvo.

De acordo com os dados da tabela 1 pode-se afirmar que para o comprimento de parte aérea e radicular do milho perante o extrato de marmeleiro foram influenciadas negativamente nas concentrações testadas. Nestes casos o incremento de um por cento na concentração reduziu 0,063 e 0,088 cm nestes comprimentos, respectivamente.

Para o extrato de jurema, o sistema radicular sofreu uma maior redução no seu comprimento em relação ao comprimento de parte aérea, 0,087 e 0,069cm, respectivamente, com o aumento da concentração do extrato, demonstrando que as raízes são mais sensíveis do que a parte aérea (GUSMAN, et al., 2008).

A junção dos extratos causou efeito negativo à parte aérea e ao sistema radicular, sendo que, novamente as raízes demonstraram maior sensibilidade. As reduções ocorreram na ordem 0,064 e 0,086 cm para cada unidade percentual na concentração do extrato.

Para o feijão macaçar observa-se que o comprimento de parte aérea e sistema radicular sofreram reduções com o aumento da concentração, cerca de 0,041 e 0,046 cm para o aumento de um por cento na concentração do extrato de marmeleiro (Tabela 2).

No caso do extrato da jurema preta o sistema radicular foi mais afetado do que a parte aérea. Para o aumento de um por cento na concentração do extrato houve uma diminuição de 0,057cm no CR e 0,027 cm para o CPA. Estes dados estão coerentes com os obtidos por alguns autores (FERREIRA e AQUILA 2000; SILVA, 2007).

Quando utilizada a junção destes dois extratos, em feijão, verifica-se que houve uma maior redução na parte aérea em relação às raízes, diferença esta de 0,01 cm para cada um por cento de aumento da concentração.

A baixa sensibilidade do feijão aos extratos isolados não descaracteriza o potencial alelopático das espécies teste, já que a resistência a alguns metabólitos secundários considerados alelopáticos pode ser mais ou menos específica, existindo variações de sensibilidade de uma espécie para outra (ALMEIDA, 2007). Todavia, como se pode perceber, um composto que se apresenta tóxico para uma espécie pode ser inócua a outra, mesmo estando estreitamente relacionada com esta (CÂNDIDO, 2007).

Lustosa et al. (2007) observaram que o efeito alelopático foi mais drástico no vigor de plântulas de alface do que na germinação, usando-se extratos de *P. aduncum* L. e *P. tectoniifolium* Kunth.

Quanto às fontes pode-se observar que o extrato aquoso isolado de jurema preta causou inibição mais drástica para o milho e o feijão, algo em torno de 50 e 30 %, respectivamente, se comparado ao de marmeleiro. Provavelmente pelo alto teor de tanino contido nesta espécie, considerado como alelopático (PAES et al., 2006). O marmeleiro demonstrou-se mais inibitório ao milho quando associado à jurema. Todavia, o oposto foi observado para o feijão macaçar onde esse efeito foi verificado quando utilizado o extrato isolado (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento de parte aérea de milho e feijão macaçar em laboratório.

Fontes	CPA milho (cm)	CPA feijão (cm)
Extrato de marmeleiro	10 a	7,5 b
Extrato de jurema	5 c	5 c
Extrato de j + m	6 b	9 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Deve-se considerar, contudo, que a atividade biológica de certos aleloquímicos está associada à concentração e ao limite de resposta da espécie afetada (REIGOSA et al., 1999; ABRAHIM et al., 2000). Maighany et al. (2007), testando o potencial alelopático de extratos aquosos de *Trifolium alexandrium* sobre o comprimento radicular de quatro espécies-alvo, verificaram que a resposta das concentrações variaram em função da espécie-alvo.

A redução do comprimento radicular de espécies como o milho foi verificada por Gusman et al. (2008), a partir de 30% de concentração de extratos de *Braccharis dracunculifolia*, demonstrando que as raízes são mais sensíveis do que a parte aérea. Duke e Abbas (1996) atribuíram aos sesquiterpenos a atividade alelopática demonstradas por plantas como *Artemisia annua* L. No entanto, algumas variáveis como o comprimento radicular podem não ser afetadas pelos aleloquímicos, pois em pesquisa realizada por Vasconcelos et al. (2009) extratos aquosos de marmeleiro só interferiram no comprimento da parte aérea de carrapicho. Porém, a redução no comprimento das raízes é uma resposta de efeito alelopático, uma vez que Pires et al. (2001) considera a raiz o órgão mais sensível a esta interação.

Para todas as fontes houve diferenças significativas para comprimento radicular e se assemelharam ao comprimento de parte aérea de ambas as culturas (Tabela 6).

O extrato de jurema-preta causou o maior efeito inibitório para as duas espécies alvo. O extrato isolado de marmeleiro foi mais deletério ao feijão. No milho essa característica foi percebida quando houve a interação dos dois extratos. A resposta inibitória do marmeleiro, além do tanino, pode ser atribuída à substância hidroxicumarina que é encontrada nesta espécie (LORENZI e MATOS, 2002), também presente em espécies nativas como o cumaru e responsável pelos efeitos alelopáticos (MATOS et al., 1992). Entretanto, outros aleloquímicos são encontrados nesta euforbiácea como os monoterpenos e diterpenos e seiquiterpenos. (LORENZI e MATOS, 2002). Extratos de marmeleiro também mostraram fitotoxicidade às raízes de picão preto, em trabalhos realizados por Vasconcelos et al. (2009).

Percebe-se que em nível de laboratório houve uma mudança no grau de sensibilidade entre germinação e crescimento das espécies alvo às fontes testadas. Todavia, Inderjit e Dakshini (1995) consideraram que a geminação, apesar de ser uma boa característica, não é considerada o processo principal das interações alelopáticas, visto que para o caso do feijão macaçar, por exemplo, diferenças discretas no final do período de germinação foram observadas nos extratos puros. Piña-Rodrigues e Lopes (2001) relataram em seus trabalhos a falta de especificidade completa de alguns aleloquímicos, podendo uma mesma substância desempenhar várias funções, que vai depender mais de sua concentração e forma de translocação do que de sua composição química. Na determinação destas variáveis vê-se que a atividade de aleloquímicos está associada à concentração e ao limite de resposta da espécie afetada a essa concentração (REIGOSA et al., 1999).

Tabela 6. Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento radicular de milho e feijão macaçar em laboratório.

Fontes	CR milho (cm)	CR feijão (cm)
Extrato de marmeleiro	9,3 a	7,0 b
Extrato de jurema	5,6 c	5,1 c
Extrato de j + m	6,8 b	8,4 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2 Emergência e crescimento das plântulas em viveiro

4.2.1 Emergência

As porcentagens de emergência inicial (PEI), germinação final (PEF), comprimento de parte aérea (CPA) e radicular (CR) para plântulas de milho e feijão sujeitas aos cinco níveis de concentração e três fontes de extrato em viveiro, com suas respectivas equações de regressão e r^2 estão nas tabelas 7 e 8. Para essas médias verificou-se comportamento ajustado para equação linear em função das concentrações testadas.

Observa-se que o extrato de marmeleiro afetou negativamente a porcentagem de emergência de plântulas de milho nos primeiros quatro dias pós-semeadura. Apesar dos resultados da PGF não terem sido significativos para este extrato houve uma redução na ordem de 0,053% para cada um por cento aumentado na concentração. Percebe-se, então que os compostos considerados alelopáticos presentes no marmeleiro como monoterpenos, diterpenos e sesquiterpenos, prejudicaram de forma explícita a emergência do milho nos primeiros quatro dias (tabela 7). Almeida et al. (2008) verificaram que extratos aquosos de *C. sonderianus* também promoveram uma redução na porcentagem de germinação e germinabilidade de *Cassia tora* (fedegoso).

O extrato da jurema preta reduziu a germinação inicial, sendo esta variável muito afetada pela alta concentração do extrato. Vê-se que o aumento da concentração aumentou o número de sementes não germinadas (Tabela 7). Em trabalho também conduzido em viveiro sob as mesmas condições, Silva (2007) verificou que o extrato de folhas de *Amburana cearences* A. C. Smith, em condições de viveiro, não prejudicou significativamente a PGI de sementes de sorgo em nenhuma das concentrações, apesar da cumarina ser o alelopático considerado naquela espécie.

As porcentagens de emergência final do milho perante os extratos de jurema mais marmeleiro foram afetadas, entretanto pode-se perceber que o número de sementes germinadas nos primeiros quatro dias foi mais afetado por esse extrato do que aquelas germinadas ao final do décimo quarto dia. Assim, o aumento de cada unidade percentual na concentração do extrato reduziu a PEI e PEF, na ordem de 0,085 e 0,039 %, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Porcentagem de emergência inicial (PEI), final (PEF), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para milho em viveiro.

Fontes	Variáveis	Concentrações (%)					Equações	r ²
		0	25	50	75	100		
Marmeleiro	PEI, %	100	40	30	19	19	y=9,276-0,053x**	0,81
	PEF, %	90	83	100	100	100	ns	ns
	CPA, cm	32,9	27,2	20,1	18,9	13,2	ns	ns
	CR, cm	19	17	17	14	15	y=18,17-0,035x**	0,76
Jurema	PEI, %	100	74	55	62	2	y=11,13-0,071x**	0,73
	PEF, %	100	90	100	100	90	ns	ns
	CPA, cm	28,4	19,1	17,9	14,9	16,5	ns	ns
	CR, cm	19	17	15	16	16	y=18,71-0,031x**	0,62
Jurema + Marmeleiro	PEI, %	90	90	64	2	8	y=11,05-0,085x**	0,77
	PEF, %	100	100	100	83	30	y= 11,4-0,039x**	0,65
	CPA, cm	29,7	25,3	19,4	14	18,8	ns	ns
	CR, cm	20	19	17	12	13	y=20,7-0,090x**	0,86

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Quanto ao feijão macaçar, não houve significância para nenhum dos extratos analisados quanto à PEF. Entretanto, a espécie tem alta sensibilidade ao aumento das concentrações em todos os extratos analisados quanto a PEI (Tabela 8).

Tabela 8. Porcentagem de emergência inicial (PEI - %), final (PEF - %), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR) e equações de regressão para feijão em viveiro.

Fontes	Variáveis	Concentrações (%)					Equações	r ²
		0	25	50	75	100		
Marmeleiro	PEI, %	90	74	40	48	0,0	y=10,92-0,082x**	0,77
	PEF, %	91	91	43	73,8	63,8	ns	ns
	CPA, cm	13,9	10,9	5,6	5,2	3,9	ns	ns
	CR, cm	18	17	14	18	14	ns	ns
Jurema	PEI, %	90	83	64	48	12	y=10,75-0,057x**	0,87
	PEF, %	100	82,1	73,8	91	91	ns	ns
	CPA, cm	15	16,7	11,3	11,2	8,1	ns	ns
	CR, cm	18	16	16	14	15	y=17,02-0,027x**	0,55
Jurema + Marmeleiro	PGI, %	90	100	12	2	0,0	y=10,91-0,110x**	0,89
	PEF, %	100	100	49,4	56,5	30,25	ns	ns
	CPA, cm	14	12	9,5	6,5	8,6	ns	ns
	CR, cm	19	17	12	3	9	y=19,23-0,141x**	0,72

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O extrato de marmeleiro reduziu a porcentagem de emergência de plântulas de feijão macaçar em 0,082% para cada um unidade percentual na concentração do extrato, contra 0,057% proporcionado pelo extrato da jurema. No entanto, ao se unir os dois extratos isolados a germinação inicial decresceu na ordem de 0,11% para cada um por cento aumentado na concentração.

Ao final dos quatorze dias verificou-se que as sementes não demonstraram sensibilidade às concentrações utilizadas, com exceção do extrato de jurema-preta mais marmeleiro em milho, onde houve uma redução de 48% na porcentagem de emergência. Esse fato pode ser explicado pela menor sensibilidade da germinação aos aleloquímicos (FERREIRA e ÁQUILA, 2000). Trabalhos conduzidos por Piña-Rodrigues e Lopes (2001) demonstraram que extratos de folhas verdes de *M. caesalpinaefolia* inibiram a germinação de sementes de ipê quanto à concentração, entretanto os efeitos mais deletérios não foram verificados na concentração mais alta, isto é, a ação alelopática pode reduzir tanto a germinação quanto o crescimento de plantas até certa concentração, em porcentagens maiores pode haver efeito contrário. Estes resultados induzem à idéia de que a presença dos extratos apenas retardou a emergência de plântulas das espécies alvo.

Comumente, a germinação final das sementes é menos sensível aos efeitos dos aleloquímicos do que a germinação inicial (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Deste modo, a germinação tardia de culturas aumenta o seu ciclo, resultando em maior vulnerabilidade a pragas e doenças e aumento do custo com agroquímicos.

Outro fator importante nestes estudos envolvendo alelopatia é que o efeito alelopático pode ocorrer afetando as sementes menos vigorosas ou mesmo, indistintamente, alguns indivíduos da população (PIÑA-RODRIGUES e LOPES, 2001).

Os resultados demonstraram que não houve diferença quanto às fontes utilizadas na emergência inicial de plântulas de milho. Todavia, o extrato de jurema-preta mais marmeleiro foi mais deletério se comparado ao extrato isolado de jurema-preta. O efeito do extrato isolado de marmeleiro assemelhou-se aos dos outros dois extratos em estudo (Tabela 9).

Não houve diferença entre os extratos para a emergência final de plântulas de feijão. Entretanto, o extrato isolado de marmeleiro foi semelhante aos demais. A redução da emergência final do milho causada pelo extrato de jurema-preta mais marmeleiro em relação ao extrato isolado de jurema-preta ficou em torno de apenas 8% (Tabela 10).

Tabela 9. Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de emergência inicial (PEI - %) de milho e feijão macaçar em viveiro.

Fontes	Milho	Feijão
Extrato de marmeleiro	37 a	40 ab
Extrato de jurema	50 a	55 a
Extrato de j + m	40 a	23 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Efeito de três fontes de extratos vegetais na porcentagem de emergência final (PEF - %) de milho e feijão macaçar em viveiro.

Fontes	Milho	Feijão
Extrato de marmeleiro	94 ab	71 a
Extrato de jurema	96 a	87 a
Extrato de j + m	79 b	64 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando se utiliza a interação de dois extratos vegetais distintos, em que ambos possivelmente tem caráter alelopático, há de se considerar que, segundo An et al. (1993), em comunidades de plantas as inibições alelopáticas são o resultado não de um único agente químico, mas da ação de diferentes aleloquímicos. Deste modo assumi-se que a atividade biológica de uma mistura de aleloquímicos será determinada não só apenas por sua concentração, mas também por sua interação. Assim, houve uma maior sensibilidade do milho ao se utilizar a maior concentração da mistura dos dois extratos.

As informações de alguns autores confirmam a presença de sinergismo quando da combinação entre aleloquímicos (KUBO et al., 1992; WEIDENHAMER et al., 1994; EINHELLIG, 1995). A combinação de pares de aleloquímicos pode nos dar resultados distintos e muitas vezes a substância não promove inibições nos fatores analisados (SOUZA FILHO, 2006).

Percebe-se, então, pelos dados que houve distinções entre a germinação e emergência. Este fato pode ser explicado pela atuação de outros fatores ambientais (PIÑA-RODRIGUES e LOPES, 2001), antes controladas.

4.2.2 Crescimento de plântulas

Não houve significância na interação entre fontes e concentrações testadas para a variável comprimento de parte aérea nas espécies alvo em estudo. Entretanto, há trabalhos que confirmaram a redução do comprimento da parte aérea de espécies sujeitas a extratos de plantas do gênero *Croton* com o aumento da concentração do extrato (THAPAR e SINGH, 2006).

Em alguns trabalhos citados por Prates et al. (2000) há relatos de que as substâncias alelopáticas devem estar em concentrações mínimas no meio para atuarem sobre organismos. Em altas concentrações pode haver disponibilidade de matéria orgânica rica em N, essencial para o crescimento das culturas, e o caráter alelopático pode ser suprimido. Isso pode explicar possíveis tendências de aumento em algumas variáveis analisadas quando a concentração é muito alta.

A resposta alelopática em campo pode ser afetada, pois a atividade biológica de um aleloquímico pode ser reduzida ou aumentada por fatores como a ação de microrganismos, a oxidação ou outro tipo de transformação (MANO, 2006). Além disso, a produção de aleloquímico pode variar em quantidade e qualidade de espécie para espécie, na quantidade de metabólito de um local de ocorrência, uma vez que muitos deles têm suas sínteses desencadeadas por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas (FERREIRA e ÀQUILA, 2000). Einhelling e Leather (1988) consideram também que a natureza e a quantidade de substâncias alelopáticas dependem, entre outros, da idade do órgão da planta, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes, atividade microbiana da rizosfera e composição dos solos em que se encontram as raízes.

Em pesquisa conduzida por Prates et al. (2000), extratos de leucena em quatro diferentes concentrações foram testadas em milho, onde um dos fatores analisados foi o comprimento de parte aérea. A mimosina, composto considerado alelopático presente na leucena, não causou danos significativos em nenhuma das concentrações. Entretanto outros autores observaram efeito tóxico, o que demonstra a complexidade ao se estudar a alelopatia.

Quanto à resposta às três fontes utilizadas pode-se verificar que o extrato de jurema-preta mais marmeleiro, para o milho, assemelhou-se aos extratos isolados, sendo que a parte aérea do milho foi menos sensível ao extrato isolado de marmeleiro. Porém, o feijão macaçar demonstrou-se menos sensível ao extrato isolado da jurema-preta. O comprimento da parte

aérea foi reduzido em cerca de 36% quando utilizou-se o extrato isolado de marmeleiro em relação ao da jurema-preta (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento de parte aérea (CPA - cm) de milho e feijão macaçar em viveiro.

Fontes	Milho	Feijão
Extrato de marmeleiro	23 a	8 b
Extrato de jurema	19 b	13 a
Extrato de j + m	21 ab	10ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sistema radicular do milho foi menos sensível às concentrações do extrato da jurema-preta, neste caso houve uma redução de 0,031 cm para cada um por cento na concentração do extrato. As maiores reduções foram verificadas para as concentrações do extrato de marmeleiro, e jurema mais marmeleiro, na ordem de 0,035 e 0,090 cm, respectivamente (Tabela 7).

Para o feijão macaçar os maiores prejuízos ao sistema radicular foram verificados quando estas são sujeitas às concentrações do extrato da jurema-preta mais marmeleiro. Para cada unidade percentual aumentada na concentração há um decréscimo de cerca de 0,14 cm no comprimento radicular. Assim, Souza Filho (2000) comentou que pode haver sinergismo entre os compostos isolados.

Quanto às fontes utilizadas para a variável comprimento radicular observa-se que não houve, para o milho, diferença significativa entre os extratos isolados, ou seja, o grau de sensibilidade das raízes do milho foi semelhante a todos os extratos testados, ambos em torno de 16 cm. Tabela 12. Pode-se atribuir essa indiferença ao mesmo fato relatado por Pires et al. (2001), em que extratos de leucena sobre plantas daninhas demonstraram-se mais tóxicos em papel filtro do que em solo. Isto, provavelmente, pelas mudanças que certos aleloquímicos sofrem pela degradação microbiana no solo (ALMEIDA, 1988; REIGOSA et al. 1999), em que a força de adsorção das micelas pode seqüestrar os compostos alelopáticos (INDERJIT e DAKSHINI, 1999; FERREIRA e ÁQUILA, 2000).

Entretanto, para o feijão não houve diferenças entre os compostos isolados, porém a junção dos extratos tornou-se mais deletéria às suas raízes. Neste caso, as raízes diminuíram seu comprimento em cerca de 25% em relação aos resultados obtidos para os extratos

isolados. Uma explicação condizente para este fato pode ser descrito através de um dos diagramas teóricos proposto por Souza Filho (2006) para a combinação de pares de aleloquímicos. Admitindo essa hipótese como verdadeira, pode-se confirmar que houve sinergismo entre o extrato da jurema-preta e o do marmeleiro para a variável utilizada (CR) (Tabela 12). Compostos químicos como os monoterpenos, presentes no marmeleiro foram responsáveis pelos efeitos fitotóxicos nas sementes e vigor em plantas de alface, em trabalhos realizados por Alves et al. (2004).

Tabela 12. Efeito de três fontes de extratos vegetais no comprimento radicular (CR - cm) de milho e feijão macaçar em viveiro.

Fontes	Milho	Feijão
Extrato de marmeleiro	16 a	16,0 a
Extrato de jurema	16 a	16 a
Extrato de j + m	16 a	12 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na determinação das variáveis analisadas vê-se que a atividade de aleloquímicos está associada à concentração e ao limite de resposta da espécie afetada à essa concentração (REIGOSA et al., 1999).

Com base nos resultados encontrados sugere-se que *C. sonderianus* e *M.tenuiflora* são uma fonte de aleloquímicos e que sua presença deve ser observada com cautela em sistemas agroflorestais. No entanto, mais estudos são necessários para identificar outras espécies que sejam sensíveis a estas espécies, bem como se esta espécie pode ter ou não algum efeito alelopático sobre as culturas a serem implantadas.

4. CONCLUSÃO

O feijão macaçar (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) e o milho (*Zea mays* L.) são sensíveis aos extratos aquosos da parte aérea de *C. sonderianus* e *M. tenuiflora*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHIM, D.; BRAGUINI, W.L.; KELMER-BRACHT, A.M.; ISHII-IWAMOTO, E.L. Effects of four monoterpenes on germination, primary root growth and mitochondrial respiration of maize. **Journal Chemical Ecology**, New York, v.26, n. 3, p.611-624, 2000.

ALBUQUERQUE, M.B.; VASCONCELOS, F.M.T.; MELO FILHO, P.A.; SANTOS, R.C. Potencial alelopático dos resíduos de *Croton sonderianus* sobre três ervas daninhas da cultura do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: EMBRAPA Algodão, 2009. p.1762-1767.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia em plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. v.55. 62p. (Circular, 53).

ALMEIDA, O.S. **Biologia floral, tendências reprodutivas e efeito alelopático da tulase (*Ocimum sanctum* L.)**. 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

ALVES, P.L.C.A. Estudo das propriedades alelopáticas de espécies de *Eucalyptus* spp. e sua potencialidade no manejo de plantas daninhas. **Relatório FINEP**. Jaboticabal: FCAV, 1992. 273p.

ALVES, M.C.S.; FILHO, S.M.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1083-1086, 2004.

ALVES, A.R; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; HOLANDA, A.C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.2, p.194-203, 2006.

AN, M.; HOHNSON, I.R.; LOVETT, J.V. Mathematical modeling allelopathy - biological response to allelochemicals and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.19, n.10, p.2379-2388, 1993.

ANTONINO, A.C.D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; DALL'OLIO, A.; SALCEDO, I.H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semiárido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.29-34, 2000.

ASSISTAT. Assistência Estatística, 7.5 beta, 2009.

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília: Embrapa - SPI. 1992a. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992b. 365p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. p.42.

BLUM, U. Designing laboratory plant debris-soil bioassays: some reflections. In INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton, CRC Press, 1999. p.17-23.

CÂNDIDO, A.C.S. **Potencial Alelopático da parte aérea de *Senna occidentalis* (L.) Link (Leguminosae, Caesalpinioideae)**: bioensaios em laboratório e casa de vegetação. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; GOMIDE, M.; FIGUEIREDO, P.A.M. Potencialidades alelopáticas de folhas verdes + ponteiros de cana de açúcar em diferentes diluições de matéria seca, na germinação de sementes de alface. **Revista Ciências**, Marília, v.5, n.2, p.19-24, 1996.

CARVALHO, F.C; ARAÚJO FILHO, J.A.; GARCIA, R.; PEREIRA FILHO, J.M.; ALBUQUERQUE, V.M. Efeito do corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton soderianus* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.930-934, 2001.

CATUNDA, M.G.; SOUZA, C.L.M.; MORAIS, V.; CARVALHO, G.J.A.; FREITAS, S.P. Efeitos de extratos aquosos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre a germinação de alface, pimentão, e giló e sobre a divisão celular na radícula da alface. **Revista Ceres**, Viçosa, v.49, n.281, p.1-11, 2002.

CÉSAR, O. Produção de serrapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi (SP). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.53, n.4, p.671-681, 1993.

CRUZ, M.E.S.; NOZAKI, M.H.; BATISTA, M.A. Plantas medicinais e alelopatia. Biotecnologia. **Ciência e desenvolvimento**, Brasília, n.15, p.28-34, 2000.

CUNHA, M.G.G.; CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F.; JANUÁRIO, A.C.C.; OLIVEIRA, M.L.H. Utilização de feno de marmeleiro (*Croton Sonderianus*) em dietas de cordeiros terminados em confinamento. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. **Anais...** João Pessoa, 2007.

DELACHIAVE, M.E.A.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Efeitos alelopáticos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L). Pers) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.1, p.194-197, 1999.

DOURADO, R.C.M.; SILVEIRA, E.R. 3,4 seco-diterpenos de *Croton sonderianus*. Disponível em www.s bq.org.br/ranteriores/23/resumos/0763-2/index.html. Acesso: 11/12/2009.

DUKE, S.O; ABBAS, H.K. Natural products with potential use as herbicides. In: NARWAL, S.S.; TAURO, P. Allelopathy in pest management for sustainable agriculture. **Scientific publisher Jodhupur**, India.1996. 268p.

EINHELLIG, F.A.; LEATHER, G.R. Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.14, n.10, p.1829-1844, 1988.

EINHELLIG, F.A. Allelopathy: current status and future goals. In. INDERJIT, S.; DAKSHINI, K.M.M.; EINHELLIG, F.A. **Allelopathy: organisms, processes and applications**. Washington: 1995. p.1-24. (ACS Symposium series, 582).

EINHELLIG, F.A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.6, p.886-893, 1996.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.D. **Produção de milho**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária. 2000. 359p.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.12, edição especial, p.175-204, 2000.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421p.

FRIEDMAN, J. Allelopathy, autotoxicity and germination. In: KIGEL, J; GALILI, G. (Ed). **Seed developmend and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.629-644.

GUSMAN, G.S.; BITTENCOURT, A.H.C.; VESTENA, S. Alelopatia de *Braccharis dracunculifolia* DC. Sobre a germinação e crescimento de espécies cultivadas. **Revista Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.30, n.2, p.119-125, 2008.

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, v.29, n.4, p.1057-1061, 1989.

HOWE, H.F.; WESTLEY, L.C. **Ecological relationships of plants and animals**. New York, Oxford University Press, 1988. 273p.

INDERJIT, S; DAKSHINI, K.M.M. On laboratory bioassays in allelopathy. **Botanical Review**, Bronx, v.61, n.1, p.28-44, 1995.

JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.935-943, 1991.

JUAN JIMENEZ-OZORNIO, F.M.V.Z.; KUMAMOTO, J.; WASSER, C. Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides*, L. **Biochemical Systematics and Ecology**, Inglaterra, v.24, n.3, p.195-205, 1996.

KALBURTI, K.L. **Research on allelopathy in Greece**. In: NARWAL, S.S. (Ed.) *Allelopathy Update* Enfield, Science Publish, 1999. v.1, p.37-47.

KUBO, I.; MUROI, H.; HIMEJINA, M. Antimicrobial activity of Green tea flavor components and their combination effect. **Journal Agricultural Food Chemical**, Washington, v.40, n.1, p.245-248, 1992.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LIMA, C.; PEREIRA, L.M.; MAPELI, M.C. Potencial alelopático de crotalária, feijão-deporco e gergelim na germinação e vigor de picão-preto. Resumos do V CBA - Manejo de

Agroecossistemas Sustentáveis. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.1175-1178, 2007.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de estudos da flora, 2002. 207p.

LUSTOSA, F.L.F.; OLIVEIRA, S.C.C.; ROMEIRO, L.A. Efeito alelopático de *Piper aduncum* L. e *Piper tectoniifolium* Kunth na germinação e crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, Nota Científica, v.5, supl. 2, p.849-851, 2007.

MACIAS, F.A., CASTELLANO, D., MOLINILLO, J.M.G. Search for a standart phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.48, n.6, p.2512-2521, 2000.

MAIGHANY, F.; KHALGHANI, J.; BAGHESTANI, M. A.; NAJAFPOUR, M. Allelopathic potential of *Trifolium resupinatum* L. (Persian clover) and *Trifolium alexandrinum* L. (Berseem clover). **Weed Biology and Management**, Morioka, v.7, n.3, p.178-183, 2007.

MANO, A.R.O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes, crescimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. 102f. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e vigor de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.1, p.61-69, 2006.

MARTIN, V.L.; MCCOY, E.L.; DICK, W.A. Allelopathy of crop residues influences corn seed germination and early growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, n.3, p.555-560, 1990.

MATOS, F.J.A.; ALENCAR, J.W.; CRAVEIRO, A.A.; MACHADO, M.I.L. Ácidos graxos de algumas oleaginosas tropicais em ocorrência no Nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v.15, n.3, p.181-185, 1992.

MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Revista HortiSul**, Pelotas, v.1, n.3, p.27-32, 1990.

MEGALHÃES, P.C. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no crescimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.909-914, 2000.

MENEZES, R.S.C.; BAKKE, O.A.; BAKKE, I.A. Potencialidades para a implantação de Sistemas Agrosilvipastoris na região árida. In: I SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO. **Anais...** Patos, 2008.

MUNIZ, F.R.; CARDOSO, M.G.; PINHO, E.V.R.V.; VILELA, M. Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.29, n.2, p.195-204, 2007.

MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no crescimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1261-1270, 1998.

NARWAL, S.S. **Research on allelopathy in India**. In NARWAL, S.S. (Ed.) Allelopathy Update. Enfield, Science Pub., 1999. v.1, p.123-184.

PAES, J.B.; DINIZ, C.E.F.; MARINHO, I.V. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.232-238, 2006.

PEREIRA, B.F.; SBRISIA, A.F.; SERRAT, B.M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no vigor de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.61-564, 2008.

PERIOTTO, F.; PEREZ, S.C.J.G.A.; LIMA, M.I.S. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.3, p.425-430, 2004.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Bent. sobre sementes de *Tabebuia Alba* (cham) sandw. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.8, n.1, p.130-136, 2001.

PIRES, N.M.; OLIVEIRA, V.R. **Alelopatis**. In: OLIVEIRA JR, R.S.; Constatin, J. (Coord). Plantas daninhas e seu manejo. Guiaba: Agropecuária. p.145-1858, 2001.

PIRES, N.M.; PRATES, H.T.; PEREIRA FILHO, I.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; FARIA, T.C.L. Atividade Alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.61-65, 2001.

POSER, G.L.; MENUT, C.; TOFFOLI, M.E.; SOBRAL, M.; BESSIERE, J.M.; LAMATY, G.; HENRIQUES, A.T. Aromatic plants from Brazil: 4. Essential oil composition and allelopathic effect of the Brazilian Lamiaceae *Hesperozygis ringens* (Benth.) Epling and *Hesperozygis rhododon* Epling. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.44, n.7, p.1829-1832, 1996.

PRATES, H.T.; PAES, J.M.V.; PIRES, N.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; MAGALHÃES, P.C. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no crescimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.909-914, 2000.

PRATI, D.; BOSSDORF, O. Allelopathic inhibition of germination by *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v.91, n.2, p.285-288, 2004.

PUTNAM, A R.; DUKE, W.B. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v.16, p.431-51, 1978.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da caatinga**. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2009. 443 p.

REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Flórida, v.18, n.5, p.577-608, 1999.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed. New York: Academic Press, 1984. 422p.

RICE, E.L. Allelopathy effects on nitrogen cycling. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H.(Eds) **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, 1992. p.31-58.

RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, U.K.; RIZVI, V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, H. (Eds.) **Allelopathy: basic and applied aspects**. London, Chapman & Hall, 1992a. p.1-10.

RIZVI, S.J.H.; TAHIR, M.; RIZVI, V.; KOHLI, R.K.; ANSARI, A. Allelopathy interactions in agroforestry systems. **Critical Reviews in Plant Science**, Flórida, v.18, n.6, p.773-796, 1999.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T.; FERREIRA, A.G. **Research on allelopathy in Brazil**. In: NARWAL, S.S. (Ed.) **Allelopathy Update** Enfield, Science Pub., 1999. v.1. p.307-323.

RODRIGUES, K.C.S. **Verificação da atividade alelopática de *Myrciaria cuspidata* Berg. (Camboim)**. 2002. 78f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTAMARIA, L.M. Interacción entre organismos: sistemas de defensa. **Berkeley, Chimera Javeriana**, 1999. 22p. Disponível em: [http:// www.chimera.javeriana.edu.co/bo3](http://www.chimera.javeriana.edu.co/bo3).

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A., PETROVICK,

P.R. **Farmacognosia:** da planta ao medicamento. 4.ed. Porto Alegre/: Ed. Universidade/UFRGS, 2002. p.333-364.

SILVA, F.M.; AQUILA, M.E.A. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.547-555, 2006.

SILVA, W.A. **Potencial alelopático de extratos do cumaru**(*Amburana cearensis* A.C. Smith) e da **jurema-preta** (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) na germinação e crescimento do **sorgo**(*Sorghum bicolor* L.), **milho** (*Zea mays* L) e **feijão guandu** (*Cajanus cajan* L.). 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvipastoril) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

SMITH, A.E.; MARTIN, D.L. Allelopathic characteristics of three cool-season Grass in the forage ecosystems. **Journal Agronomy**, Madison, v.2, n.2, p.243-246, 1994.

SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Manejo Florestal para conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Informativo SIF**, n.2, 1994.

SOUZA FILHO, A.P.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Efeito do potencial alelopático de três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.65-170, 1997.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C. Efeitos alelopáticos do calopogônio em função da sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.211-218, 2003.

SOUZA FILHO, A.P.S. Proposta metodológica para análise da ocorrência de sinergismo e efeitos potencializadores entre aleloquímicos. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.3, p.607-610, 2006.

THAPAR, R.; SINGH, N.B. Effects of leaf-residues of *Croton bonplandianum* on growth and metabolism of *Parthenium hysterophorus* L. **Allelopathy Journal**, Allahabad, v.18, n.2, p.255-266, 2006.

TOKURA, L.K.; NÓBREGA, L.H.P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.28, n.3, p.379-383, 2006.

VASCONCELOS, F.M.T.; ALBUQUERQUE, M.B.; MELO FILHO, P.A.; SANTOS R.C. Ação alelopática de extratos aquosos de *Croton Sonderianus* sobre a germinação e crescimento de duas espécies daninhas do algodoeiro. VII Congresso Brasileiro do Algodão. Sustentabilidade da cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p.1775-1780.

VELINI, E.D. Comportamento de herbicidas no solo. In: CONGRESSO DE PLANTAS DANINHAS EM OLERÍCOLAS, 1991, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBPD, 1991. p.105-128.

WALLER, G.R.; FEUG, M.C.; FUJII, Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: INDERJIT, S; DAKSHINE, K.M.M.; FOY, C.L. (Eds.). **Principies and practices in plant ecology**, Boca Raton: CRC Press, 1999. p.75-98.

WEIDENHAMER, J.D.; MENELAOU, M.; MACIAS, F.A.; FISCHER, N.H.; RICHARDSON, D.R; WILLIAMSON, G.B. allelopathic potential of menthofuran monoterpenes from *Calamuntha ashei*. **Journal Chemical Ecology**, New York, v.20, n.2, p.3345-359, 1994.

WORLD AGROFORESTRY CENTER. 2008. Disponível em **<http://www.worldagroforestry.org>**. Acessado em 10 de abril de 2009.

WU, H.; HAIG, T.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D.; N.A.M. Distribution and exudation of allelochemical in wheat *Triticum aestivum*. **Journal Chemical Ecology**, New York, v.26, n.9, p.2141-2154, 2000.

XUAN, T.D.; TAWATA, S.; KHANH, T. D.; CHUNG, I.M.; Decomposition of allelopathic plants in soil. **Journal Agronomy and Crop Science**, Berlim, v.191, n.3, p.162-171, 2005.