

ANDREYA KALYANA DE OLIVEIRA

**ATIVIDADE DE EXTRATOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
DA CAATINGA SOBRE A EMERGÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO-
CAUPI, MELÃO E MILHO**

MOSSORÓ-RN
2014

ANDREYA KALYANA DE OLIVEIRA

**ATIVIDADE DE EXTRATOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
DA CAATINGA SOBRE A EMERGÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO-
CAUPI, MELÃO E MILHO**

Tese apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Agronomia:
Fitotecnia.

ORIENTADORA:
Prof^a. D. Sc. MARIA DE FÁTIMA B.
COELHO

CO-ORIENTADOR:
Prof. D. Sc. SALVADOR BARROS
TORRES

MOSSORÓ-RN
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

O48a Oliveira, Andreyka Kalyana de.

Atividade de extratos de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho. / Andreyka Kalyana de Oliveira. -- Mossoró, 2014

211 f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria de Fátima B. Coelho.
Co-orientador: Prof. Dr. Salvador Barros Torres.

Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. Amburana cearenses. 2. *Caesalpinia férrea*, Mart. 3. *Zizyphus joazeiro*, Mart. 4. *Erythrina vellutina*, Willd. 5. Substâncias bioativas.
I. Título.

RN/UFERSA/BCOT

CDD: 582.1

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

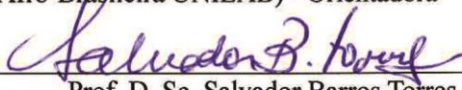
ANDREYA KALYANA DE OLIVEIRA

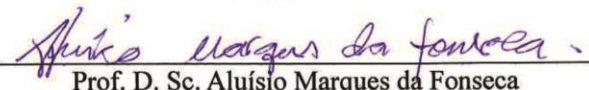
**ATIVIDADE DE EXTRATOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
DA CAATINGA SOBRE A EMERGÊNCIA E
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO-
CAUPI, MELÃO E MILHO**

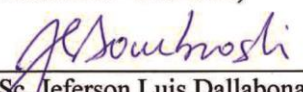
Tese apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Agronomia:
Fitotecnia.

APROVADA EM: 26 / 02 / 2014

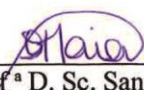

Prof.ª D. Sc. Maria de Fátima Barbosa Coelho
(Professora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia
Afro-Brasileira UNILAB) - Orientadora


Prof. D. Sc. Salvador Barros Torres
(Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA) - Co-
Orientador


Prof. D. Sc. Aluísio Marques da Fonseca
(Professor da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-
Brasileira - UNILAB)


Prof. D. Sc. Jeferson Luis Dallabona Dombroski
(Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA)


Prof. D. Sc. Francisco Arnaldo Viana
(Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN)


Prof.ª D. Sc. Sandra Sely Silveira Maia
(Professora da Faculdade Nova Esperança de Mossoró - FACENE)

À Deus pela saúde, força e perseverança a mim concedidas. Às minhas queridas irmãs Duda e Maggy pela imensa amizade, companheirismo e amor. Aos meus pais João (*in memoriam*) e Maria Anália pelos ensinamentos de vida. Ao meu companheiro de cada dia Ésio pela compreensão e amor. Aos meus irmãos Patty e Netinho pela amizade e carinho. Em fim, á toda minha família.

Dedico com carinho

AGRADECIMENTOS

A minha mestra e orientadora Maria de Fátima Barbosa Coelho pela confiança, amizade e ensinamentos durante toda minha formação acadêmica, contribuindo para minha evolução profissional.

Ao meu coorientador Salvador Barros Torres pelo apoio, amizade e confiança, a oportunidade de um retorno.

Aos professores da UERN Jaécio e Arnaldo Viana pela concessão do laboratório para a concretização de parte deste projeto.

Ao professor Leilson por ter doado todo seu estoque de álcool.

A Laboratorista Simone (UERN) pela grande ajuda nos teste de prospecção.

As amigas Edsâgela, Neide e Giu pela força nos teste alelopáticos.

À coordenação do curso de Fitotecnia e a Capes que tornou possível a realização deste trabalho.

As minhas irmãs Duda e Magy pelo grande amor que tiveram por mim estando ao meu lado sempre, nos momentos árduos e difíceis da vida.

Aos meus pais João Manoel e Maria Anália pelo grande esforço que fizeram para me educar e me fazer um indivíduo pensante.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente a favor ou contra me impulsionaram a chegar até aqui.

*“Sejam fortes e tenham coragem todos
você que põem a sua confiança em Deus
o senhor, pois jamais fraquejam aqueles
que esperam em Deus”*

Salmo 31-24.

RESUMO

Oliveira, Andrey Kalyana de. **Atividade de extratos de espécies arbóreas da Caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho**. 2014. 211 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

Este trabalho objetivou verificar a atividade de extratos de plantas da Caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho. De novembro de 2011 a junho de 2012, no Laboratório de Análise de Sementes (UFERSA), testou-se a atividade de extratos de sementes e folhas de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.), mulungu (*Erythrina vellutina* Willd.) e cumaru (*Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith.), em cinco níveis de concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0 %), em sementes de milho (*Zea. mays* L.), melão (*Cucumis melo* L) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.). Estes testes corresponderam à primeira parte experimental, em que cada espécie e seu respectivo órgão nas diferentes doses de extrato formaram um experimento (E1, E2, E3 - extratos de semente de juazeiro no milho, melão e feijão-caupi e E4, E5, E6 - extratos de folhas de juazeiro no milho, melão e feijão). Na segunda parte do estudo, foi feito um fracionamento do extrato de semente de cumaru com os solventes hexano, diclorometano, acetato de etila e água, em que se testou a atividade destes extratos sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de melão, de modo que cada fração com suas respectivas diluições formavam um experimento (E1- fração hexânica (1; 0,5; 0, 25; 0,125; 0%), E2- fração diclorometano (1; 0,5; 0, 25; 0,125; 0%), E3 - fração acetato de etila (1 e 0%), E4 - fração aquosa (1 e 0%). Na última fase, foi feita uma prospecção fitoquímica dos extratos resultantes da etapa anterior. O preparo dos extratos secos e aquosos usados no trabalho experimental, a prospecção fitoquímica e o fracionamento foram realizados no Laboratório de Análise Cromatográfica (UERN) no período de novembro de 2011 até fevereiro de 2013. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições com vinte sementes. Os tratamentos foram compostos das concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, correspondentes de cada extrato. A avaliação do comportamento das espécies teste diante dos extratos foi feita analisando-se as características de porcentagem e índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais, matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz e número de raízes no milho. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade, analisadas pelo programa estatístico SISVAR. Ao final das análises experimentais, concluiu-se que as folhas e sementes das espécies da caatinga inteferiram diminuindo ou acrescentando as médias das variáveis empregadas na avaliação do desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi e os efeitos foram ainda maiores na presença do extrato de sementes de cumaru. Os extratos obtidos da fração hexânica proporcionaram efeitos desfavoráveis ao desenvolvimento de

plântulas de melão. A cumarina foi o composto predominante na prospecção fitoquímica do extrato de semente de cumaru.

Palavras chave: Substâncias bioativas, *Zizyphus joazeiro* Mart., *Caesalpinia ferrea* Mart., *Erythrina vellutina* Willd., *Amburana cearenses* A. C. Smith..

ABSTRACT

Oliveira, Andreyka Kalyana de. **Extracts' activity of tree species from Caatinga on the emergence and development of cowpea, melon and corn seeds**. 2014. 211 f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotecnic) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

The objective of this work was to analyze the activity of plants from Caatinga biome on the emergence and development of cowpea, melon and corn seedlings. From November 2011 to June 2012, on Laboratório de Análise de Sementes (UFERSA), the activity of extracts from seeds and leaves of juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.), mulungu (*Erythrina vellutina* Willd.) and cumaru (*Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith.) in five levels of concentrations (1, 0.5, 0.25, 0.125 and 0%), in corn seeds (*Zea. mays* L.), melon (*Cucumis melo* L) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.). These tests corresponded to the first experimental part, in which each species and its respective organ integrated an experiment (E1, E2, E3 – extracts of seeds of juazeiro on corn, melon and cowpea and E4, E5, E6 – extracts of leaves of juazeiro on corn, melon and cowpea). On the second part of the study, it was made a fractionation of the extract of cumaru seeds with the solvents hexane, dichloromethane, ethyl acetate and water, where the activity of these extracts on the initial development of melon seeds was tested, as each portion with its respective dilution formed an experiment (E1 – hexane fraction (1, 0.5, 0, 25, 0,25, 0%), E2 – dichloromethane fraction (1, 0.5, 0.25, 0.125, 0%), E3 - ethyl acetate fraction (1 and 0%), E4 – water fraction (1 and 0%). On the last part, it was made a phyto-chemical prospection of the extracts resulting from the previous stage. The preparation of the dry and aqueous extracts used in this experiment, phyto-chemical prospection and fractionation were accomplished on Laboratório de Análise Cromatográfica (UERN) from November 2011 to February 2013. Statistical design was completely randomized with four replications with twenty seeds. Treatments were formed by the concentrations 1, 0.5, 0.25, 0.125 and 0%, corresponding to each extract. The evaluation of the behavior of the litmus test was made through the analysis of the percentage and emergence speed index characters, percentage of normal seeds, dry matter, aerial parts length and root and number of roots on corn. The averages were compared by Tukey test, at 5% possibility, analyzed by the statistical program SISVAR. In the end of the experimental analysis, we may conclude that leaves and seeds of the Caatinga biome species influenced reducing or increasing the average of the variables used on the evaluation of corn, melon and cowpea seeds development, and the effects were greater when in the presence of cumaru seeds extract. The extracts obtained from the hexane portion provided adverse effects on melon seeds development. Cumarina was the dominant composite on the phyto-chemical prospection on the cumaru seed extract.

Keywords: Bioactive substances, *Zizyphus joazeiro* Mart., *Caesalpinia ferrea* Mart., *Erythrina vellutina* Willd., *Amburana cearenses* A. C. Smith..

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1	Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de juazeiro (<i>Ziziphus Joazeiro</i> Mart.) utilizados nos bioensaios para avaliar sua atividade sobre sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.....	96
Tabela 2	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e numero de raízes (milho) de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna. unguiculata</i> L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	97
Tabela 3	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea. mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de semente de juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	98
Tabela 4	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e numero de raízes (milho) de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna. unguiculata</i> L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	102
Tabela 5	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de	

raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de folha de juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	103
---	-----

Capítulo III

Tabela 1	Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.) utilizadas nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.....	122
Tabela 2	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna. unguiculata</i> L.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	124
Tabela 3	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de semente de jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	125
Tabela 4	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna. unguiculata</i> L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folhas de jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013	129

Tabela 5	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de folha de jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	130
-----------------	---	-----

Capítulo IV

Tabela 1	Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de mulungu (<i>Erytrina velutina</i> Willd.) utilizadas nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.....	147
Tabela 2	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de mulungu (<i>Erytrina velutina</i> Willd.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	149
Tabela 3	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de semente de mulungu (<i>Erytrina velutina</i> Willd.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	150
Tabela 4	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de	

	plântulas de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Willd.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	154
Tabela 5	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de folha de mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Willd.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	155

Capítulo V

Tabela 1	Características físico-químicas do extrato aquoso de sementes e folhas de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) utilizadas nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.....	176
Tabela 2	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	177
Tabela 3	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de folhas de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	179

Tabela 4	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	182
Tabela 5	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (<i>Zea mays</i> L.), melão (<i>Cucumis melo</i> L.) e feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de sementes de cumaru (<i>Amburana cearenses</i>) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	184
Tabela 6	Características físico-químicas do fracionamento de extrato aquoso de sementes de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) utilizadas nos bioensaios para avaliação de sua atividade sobre sementes de melão (<i>Cucumis melo</i> L.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.....	189
Tabela 7	Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (<i>Zea mays</i> L.) oriundas de sementes submetidas às frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa) do extrato bruto de semente de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	191
Tabela 8	Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de melão (<i>Cucumis melo</i> L.) submetidas às frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquoso) do extrato aquoso de semente de cumaru (<i>Amburana cearenses</i> A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.....	192

Tabela 9	Análise fitoquímica qualitativa, triagem fitoquímica preliminar ou prospecção dos constituintes da planta dos extratos obtidos nas frações hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa do extrato bruto de semente de cumaru.....	196
-----------------	--	-----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA	18
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Alelopatia.....	21
2.1.1 Histórico e Conceito.....	21
2.1.2 Vias de liberação e fatores que afetam a produção de aleloquímicos	24
2.1.3 Alelopatia/ Interferência/ competição.....	28
2.1.4 Estudo dos efeitos alelopáticos.....	32
2.1.5 Mecanismos de ação dos aleloquímicos.....	38
2.2 Alelopatia e agricultura.....	41
2.3 Alelopatia x plantas da caatinga.....	43
2.4 Estudo fitoquímico x alelopatia.....	47
2.5. Espécies da caatinga potencialmente alelopáticas.....	50
2.5.1 Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.).....	50
2.5.2 Jucá (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. var. <i>ferrea</i>).....	51
2.5.3 Mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Wild).....	52
2.5.4 Cumaru (<i>Amburana cearensis</i> Smith).....	53
3. Espécies teste.....	54
3.1 Feijão (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.).....	54
3.2 Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	58
3.3 Melão (<i>Cucumis melon</i> L.).....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CAPÍTULO II. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE JUAZEIRO (<i>Ziziphus joazeiro</i> MART.).....	87
1. INTRODUÇÃO.....	89
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	91
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
3.1. Extrato de sementes de Juazeiro.....	96
3.2. Extrato de folha de juazeiro.....	101
4. CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
CAPÍTULO III. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE JUCÁ (<i>Caesalpinia ferrea</i> MART.).....	114
1. INTRODUÇÃO.....	116
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	118
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	122
3.1. Extrato de semente Jucá	123
3.2. Extrato de folhas jucá.....	128
4. CONCLUSÕES.....	133
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
CAPÍTULO IV. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE MULUNGU (<i>Erythrina velutina</i> WILLD.).....	139
1. INTRODUÇÃO.....	141
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	143

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	147
3.1. Extrato de semente de mulungu.....	148
3.2. Extrato de folhas de mulungu.....	153
4. CONCLUSÕES.....	158
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159
CAPÍTULO V. ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E	
FOLHAS DE CUMARU (<i>Amburana cearensis</i> A. C. SMITH.).....	164
1. INTRODUÇÃO.....	166
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	168
2.1. Ensaios testando a atividade de sementes e folhas de cumaru.....	168
2.2. Fracionamento cromatográfico do extrato de semente de cumaru.....	171
2.3. Prospecção fitoquímica de sementes de cumaru.....	174
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	176
3.1. Extrato de sementes de cumaru.....	177
3.2. Extrato de folhas de cumaru.....	181
3.3. Fracionamento do extrato semente de cumaru.....	188
3.4. Prospecção de constituintes do extrato hidroalcoólico de semente de cumaru.....	195
4. CONCLUSÕES.....	198
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	199
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	206
ANEXOS.....	207

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO GERAL

Desde muito tempo a ciência buscou entender as causas e os efeitos do fenômeno de interferência que algumas plantas exerciam sobre outras, de vez que alguns organismos produzem agentes químicos que inibem o crescimento dos membros de sua própria espécie ou de outras espécies. Essa interação, que parece ser um tipo de guerra química, é mais evidente entre microorganismos, mas também é encontrada em plantas, e é agrupada na denominação geral de alelopatia (RAVEN, 2007).

Os vegetais produzem uma grande variedade de compostos orgânicos conhecidos como metabólitos secundários. O estudo dessas substâncias se iniciou no século XIX e início do século XX pelos químicos orgânicos, interessados nesses compostos pela sua importância como drogas medicinais, venenos, aromatizantes e materiais industriais (TAIZ; ZEIGER, 2009). Hoje, a crescente preocupação com o meio ambiente e a necessidade de novas alternativas de uso destas substâncias para a economia têm servido de estímulo para pesquisadores de três grandes áreas de importância econômica: a fitomedicina (PASQUA, 2009; ALONSO, 2004; SIMÕES et al., 2002), nutracêutica (HORST; LAJOLO, 2012; FIGUEREDO, 2007; HUNGENHOLTZ, 2002) e industrial (HERBARIUM, 2013; MENEGUETTI, 2007).

A atividade alelopática de plantas da caatinga, como juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart), mulungu (*Erythrina velutina* Willd), jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart) e cumaru (*Amburana cearenses* Smith) foi registrada em alguns artigos científicos (OLIVEIRA E COELHO, 2013; MANO, 2006). Mas empregou-se como espécie teste em quase todos eles a alface, espécie de germinação rápida, em aproximadamente 24h, crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla

faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos das soluções (RICE, 1984).

O emprego de espécies de importância econômica, como feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.), melão (*Cucumis melo* L.) e milho (*Zea Mays* L.) nos testes de alelopatia torna-se imprescindível para a implantação de sistemas agrosilvopastoris, dada a grande importância destas culturas para a economia nacional. O feijão é uma excelente fonte de proteínas (23%-25% em média), apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62% em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2% em média) e não conter colesterol. Constitui-se em um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões nordeste e norte do Brasil, especialmente na zona rural, e ocupa 33,8 % da área total cultivada no país, com consumo alimentar médio per capita de 14,94. Em 2010, sua produção foi de 3,8 milhões de toneladas, ocupando a segunda posição mundial (SEAB, 2012).

O melão é uma das espécies oleráceas de maior expressão econômica e social do país. Em 2010, foram produzidas no Brasil 478.431 toneladas em 18.861 hectares, que proporcionaram uma produtividade média de 25,4 t ha⁻¹. Seus maiores produtores são: Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, que contribuíram com cerca de 93,3% da produção nacional. Nos últimos anos, esta cultura se expandiu nove vezes no agronegócio brasileiro, alcançando aproximadamente 500 mil t ano⁻¹ em 2010, sendo esta concentrada na região nordeste e classificando-se como o décimo segundo produtor mundial da oleracéia (IBGE; FAO, 2012).

O milho assume relevante papel socioeconômico por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais por se tratar de um produto estratégico, ou seja, é utilizado tanto na nutrição humana quanto na alimentação animal (CRUZ et al., 2008). No Brasil, terceiro maior produtor de milho, sua produção vem crescendo cerca de 4% ao ano, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e China, que juntos representam 67% da produção mundial,

com uma área plantada na safra 2012/2013 de 6.906,8 mil de hectares (AGRIANUAL, 2009, CONAB, 2013).

Assim, torna-se justificável a contribuição tecnológica que o estudo dos efeitos alelopáticos de extratos de juazeiro, jucá, mulungu e cumaru sobre o crescimento e desenvolvimento inicial do milho, feijão e melão possa trazer às referidas culturas, caso seja necessária à implantação de sistemas de cultivo, de vez que já existem relatos dos efeitos alelopáticos das referidas espécies, ou se houver necessidade de controlar invasoras das culturas com o uso de produtos alelopáticos obtidos dessas espécies.

Portanto, o objetivo da pesquisa foi verificar a atividade de extratos de plantas da Caatinga (juazeiro, jucá, mulungu e cumaru) sobre a emergência e o desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Alelopatia

2.1.1. Histórico e Conceito

Há relatos de que Teofrasto (300 a.C.) teria sido um dos primeiros a observar a capacidade que certas espécies de plantas possuem em interferir no metabolismo de plantas de outras espécies: “O cultivo de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) deixava o solo exausto e acabava com as ervas daninhas”. Cerca de três séculos mais tarde, esse relato foi citado nos trabalhos de Plínio (1 d.C.), que observou que restos de plantas de cevada (*Hordeum vulgare* e feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*), deixados no solo entre as colheitas, envenenavam as áreas de cultivo (WEIR et al., 2004). A partir daí, foram registrados inúmeros outros trabalhos estudando os efeitos destas interferências (FÉLIX, 2011; CARPANEZZI, 2009).

A pesquisa de Rice (1984) apresentou um estudo mais detalhado do fenômeno alelopático e seus efeitos, definindo alelopatia como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de micro-organismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos liberados no ambiente, e afirmou que a atividade destes compostos poderia ser mais ou menos pronunciada, a depender das características de cada espécie e idade da planta, podendo ser exsudado pelas raízes, pela decomposição dos órgãos da planta (acículas) ou por meio de chuvas, causando lixiviação desses compostos do extrato superior das plantas para o solo.

Rice (1987) confirma em um dos seus trabalhos que o termo alelopático foi descrito muito antes (1937) pelo pesquisador Hans Molisch, em seu trabalho intitulado “Der Einfluss einer Pflanze auf die andere-Allelopathic” (A influência de uma planta sobre outra-Alelopatia).

As pesquisas na área da alelopatia tiveram início no século XIX e XX, com os químicos orgânicos, interessados nessas substâncias pela sua importância como drogas medicinais, venenos, aromatizantes e materiais industriais. Posteriormente,

foi descoberto que estas substâncias apresentavam função ecológica importante nos vegetais, protegendo as plantas contra os herbívoros e contra a infecção por micro-organismos patogênicos, além de atraírem animais polinizadores e dispersores de sementes, bem como agentes na competição planta-planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O interesse pelos estudos alelopáticos se acentuou nos anos seguintes, quando um maior número de pesquisadores deu continuidade aos trabalhos de alelopatia, na busca de novas respostas sobre a síntese das substâncias químicas, sua dinâmica nos ecossistemas e suas propriedades alelopáticas.

Ao longo das pesquisas, muitas definições foram criadas a partir de observações preexistentes e foram propostos os conceitos de especificidade e periodicidade. A especificidade ocorre quando as plantas produzem substâncias químicas com propriedades alelopáticas capazes de afetar ou não algumas espécies de plantas.

A periodicidade está relacionada ao fato de as substâncias se encontrarem distribuída em concentrações variadas, nos diferentes tecidos da planta e durante seu ciclo de vida, sendo que quando liberadas em quantidades suficientes causariam efeitos alelopáticos observáveis na germinação, no crescimento ou desenvolvimento de plantas já estabelecidas, e ainda no desenvolvimento de micro-organismos (CARVALHO, 1993).

A partir desta definição, muitas outras surgiram. Yunes (2001) declarou que em 1975 o pesquisador Sterwart definiu alelopatia como a inibição da germinação, crescimento ou metabolismo de uma planta em função da liberação de substâncias químicas orgânicas por outra planta.

Rizvi et al. (1992) deram sua contribuição aos estudos de interações alelopáticas definindo alelopatia como um efeito de uma planta sobre a outra planta em prejudicar ou beneficiar seu desenvolvimento, apesar de a maioria dos relatos referirem-se apenas aos efeitos prejudiciais e sugerirem que a atividade alelopática era realizada por biomoléculas que poderiam ser introduzidas na solução do solo, constituindo sua fase líquida ou volatilizadas para a atmosfera circundando outras plantas.

Em 1996, a Sociedade Internacional de Alelopatia (IAS) enquadrou os microrganismos, vírus e fungos como produtores de constituintes químicos capazes de intervir em sistemas agrícolas e biológicos, além de definir o termo alelopatia como a “ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente, metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam o crescimento e desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (MACIAS et al., 2000).

A origem das substâncias alelopáticas é discutida até hoje pelos estudiosos. Para uns, as substâncias alelopáticas representam o produto final do metabolismo celular dos vegetais. Para outros, são sintetizadas pelas plantas com funções específicas. Os que defendem a primeira hipótese ligam o fato à existência de maiores quantidades de agentes aleloquímicos nos vacúolos das células, onde seriam depositados para evitar sua própria toxicidade. Por outro lado, os que apoiam a segunda hipótese consideram que a produção desses compostos é regida pelas leis da genética e que estão sendo constantemente sintetizados e degradados pelas plantas (REZENDE; PINTO, 2003).

Os conceitos de autotoxicidade e heterotoxicidade foram descritos por Miller (1996). Baseado em seus relatos, os metabólitos de plantas e seus produtos são importantes em todos os agroecossistemas, e a autotoxicidade e heterotoxicidade são tipos de atuações alelopáticas. A primeira ocorre quando a planta produz substâncias tóxicas que inibem a germinação e o crescimento de plantas da mesma espécie, ao passo que na segunda as substâncias fitotóxicas são liberadas pela lixiviação e exsudação das raízes e decomposição de resíduos de algum tipo de planta sobre a germinação de sementes e o crescimento de outra planta (WHITTAKER; FEENEY, 1971).

Um dos primeiros estudos de alelopatia no Brasil foi o trabalho de Coutinho e Hashimoto (1971) avaliando o efeito inibitório da germinação de sementes produzida por folhas de *Calea cuneifolia*. Posteriormente, Almeida (1988; 1991) relatou temáticas como: “Alelopatia e as Plantas” e “Os efeitos alelopáticos de resíduos vegetais”. Mais tarde, outros trabalhos foram realizados

(CARVALHO, 1993; FERREIRA; ÁQUILA, 2000; CORREIA et al., 2005; NEIS E CRUZ-SILVA, 2013; OLIVEIRA; COELHO, 2013).

Com a evolução dos trabalhos, novos conceitos (interação alelopática; ação pós-alelopática, interação fisiológica) foram surgindo para explicar o termo alelopático. De acordo com Grankhov e Didyk (1996), alelopatia é a interação fisiológica e bioquímica entre indivíduos, a qual se constata no espaço (interação alelopática) ou no tempo (ação pós-alelopática). A interação fisiológica ocorre quando a vegetação de determinada área segue um modelo de sucessão condicionado às plantas pré-existentes e às substâncias químicas que elas liberaram no meio, ao passo que na ação pós-alelopática a ocupação prévia da área pode ter significativa influência sobre os cultivos que estão sendo instalados, sejam eles do manejo agrícola, florestal ou na horticultura (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Assim, pode-se dizer que o estudo da alelopatia, apesar de bastante discutido, ainda tem muito a ser explorado. Um possível caminho seria a criação de metodologias mais específicas que permitissem conhecer os efeitos, em nível molecular e celular, que os metabólitos secundários provocam na anatomia, fisiologia e biologia dos tecidos de plantas, e não somente na identificação deste efeito, o que é mais comum nos estudos da atividade de compostos secundários de plantas quando estas estão submetidas a algum tipo de estresse.

2.1.2. Vias de liberação e fatores que afetam a produção de aleloquímicos

No passado, os metabólitos secundários foram considerados produtos de excreção do vegetal, hoje são vistos como agentes de sobrevivência e reprodução de grande necessidade à vida das plantas, sendo sua produção controlada por meio da pressão ambiental na forma de estresse fisiológico na defesa contra insetos e patógenos, deficiência de nutrientes, reguladores vegetais, dentre outros não claramente definidos (VICKERY; VICKERY, 1981; BENNETT; WALLSGROVE, 1994; SOARES; VIEIRA, 2000; MILLER, 1996; PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Estas substâncias são sintetizadas, de modo geral, pelas plantas, sendo elas culturas ou daninhas. Estes compostos podem promover ou inibir o crescimento de outras plantas, sendo ou não de sua mesma espécie, por meio da liberação no ambiente. Este potencial alelopático foi perdido ao longo dos processos de melhoramento das espécies cultivadas, ou seja, estas espécies e suas variedades comerciais perderam grande parte dessa capacidade, sendo que esta característica passou a ser mais comum nos precursores silvestres das atuais plantas cultivadas, que se adaptaram para competir com outras plantas, garantindo não só a formação de estandes puros, como também a defesa contra insetos e patógenos (BANSAL E BHAN, 1993).

Diversos órgãos, como folhas, flores, frutos, gemas, caules aéreos, rizomas, raízes e sementes são produtores de metabólitos secundários, mas as folhas e as raízes são as fontes mais importantes (WESTON, 1996; BANSAL; BHAN, 1993; MAY; ASH, 1990; PUTNAM; TANG, 1986; RICE, 1984; GUENZI et al., 1967).

Estes metabólitos secundários são postos no ambiente por quatro vias de liberação: **a)** lixiviação: as toxinas solúveis em água são lixiviadas da parte aérea e das raízes ou ainda dos resíduos vegetais em decomposição (lixiviação dos ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos, terpenóides, alcalóides, compostos fenólicos e giberelina); **b)** volatilização: os compostos aromáticos são volatilizados das folhas, flores, caules e raízes e podem ser absorvidos por outras plantas. Nesse grupo, encontram-se compostos como o gás carbônico (CO_2), a amônia (NH_3), o etileno e os terpenóides, com os últimos atuando sobre as plantas vizinhas por meio dos próprios vapores ou condensados no orvalho, ou ainda alcançam o solo e são absorvidos pelas raízes; **c)** exsudação pelas raízes: um grande número de compostos alelopáticos é liberado na rizosfera e pode atuar direta ou indiretamente nas interações planta-planta e na ação de micro-organismos. Entre esses compostos, podem ser citados o ácido oxálico, a amidalina, a cumarina e o ácido transcinâmico; **d)** decomposição de resíduos: toxinas são liberadas pela decomposição das partes aéreas ou subterrâneas, direta ou indiretamente, pela ação de micro-organismos. Perdas da integridade de membranas celulares permitem a liberação de grande número de compostos que impõem toxicidade aos organismos

vizinhos, tais como os glicosídeos cianogênicos, ácidos fenólicos, agropireno, cumarinas e flavonoides (WEIR; PARK; VIVANCO, 2004).

Em algumas situações naturais, a liberação destes compostos ocorre em quantidades suficientes e com muita persistência para afetar a planta vizinha ou aquela sucessiva. Em campo, são deixados via exsudação de raízes vivas e pela decomposição dos resíduos vegetais (BHOWMIK; DOLL, 1982; PUTNAM; TANG, 1986; INDERJIT; DAKSHINI, 1992).

De maneira geral, pode-se dizer que a inibição alelopática resulta da ação conjunta de um grupo de aleloquímicos que interferem coletivamente em vários processos fisiológicos e dependem da extensão dos estresses bióticos e abióticos associados. A alelopatia está estreitamente ligada a outros estresses ambientais, incluindo temperaturas extremas, deficiências de nutrientes e de umidade, radiação, insetos, doenças e herbicidas (EINHELLIG, 1996). Assim, condições de estresse aumentam a produção de aleloquímicos nas plantas e, conseqüentemente, seu potencial alelopático (EINHELLIG, 1995).

Por essa razão, é importante estar sempre atento aos fatores que influenciam no conteúdo dos metabólitos secundários. As variações temporais e espaciais no conteúdo total, bem como as proporções relativas de metabólitos secundários em plantas, ocorrem em diferentes níveis (sazonais e diárias; intraplanta, inter e intraespecífica) e, apesar da existência de um controle genético, a expressão pode sofrer modificações resultantes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos (LINDROTH; HSIA, 1987; DARROW; BOWERS, 1997; BOWERS; STAMP, 1993; WATERMAN; MOLE, 1989; HARTMANN, 1996).

Os metabólitos secundários de fato representam uma interface química entre as plantas e o ambiente circundante. Portanto, sua síntese é frequentemente afetada por condições ambientais (KURTCHAN, 2001). A sazonalidade, ritmo circadiano e desenvolvimento são os principais fatores que podem coordenar ou alterar a taxa de produção de metabólitos secundários (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Por essa razão, o estudo dos efeitos alelopáticos deve sempre enfatizar a influência que estes fatores exercem na produção de metabólitos secundários, para que não haja distorção de interpretações, pois, a depender da natureza da pesquisa, as análises podem ser diferentes (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Desta forma, é preciso que sejam verificados todos os fatores responsáveis por alterar o conteúdo de compostos secundários, pois suas variações podem ser decorrentes do desenvolvimento foliar ou surgimento de novos órgãos concomitantemente a uma constância no conteúdo total de metabólitos secundários, o que pode levar à menor concentração destes metabólitos por diluição (SPRING; BIENERT, 1987).

Deste modo, espera-se que o pesquisador seja criterioso e atento às condições reinantes do local, na hora da coleta do material, principalmente, quando se objetiva averiguar seus efeitos alelopáticos, pois não há padrão fixo de distribuição dos aleloquímicos nas plantas, havendo variações em função de aspectos relacionados à idade de crescimento ou mesmo do estágio de desenvolvimento e das próprias necessidades da planta, que pode alocar, em determinado momento, por exemplo, seus aleloquímicos, prioritariamente, em maiores quantidades em determinada fração da planta (SMITH E MARTIN, 1994; RODRIGUES et al., 2010).

Por esta razão, é crucial que os estudiosos tenham atenção redobrada quando forem testar a atividade alelopática de extratos de plantas, de forma a estimar de maneira mais ou menos precisa o potencial destas, ou seja, sempre se deve estar alerta à época em que o material for coletado, porque sua quantidade e, às vezes, a natureza de seus constituintes ativos não são constantes durante o ano (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

Há relatos de que as variações sazonais tenham provocado alterações no conteúdo de praticamente todas as classes de metabólitos secundários, como óleos essenciais (SCHWOB et al., 2004; PITAREVIC et al., 1984), lactonas sesquiterpênicas (ZIDORN; STUPPNER, 2001; SCHMIDT et al., 1998), ácidos fenólicos (ZIDORN; STUPPNER, 2001; GRACE et al., 1998), flavonoides (BROOKS; FEENY, 2004; JALAL et al., 1982), cumarinas (WILT e MILLER, 1992), saponinas (NDAMBA et al., 1994; KIM et al., 1981), alcaloides

(ROBINSON, 1974; ELGORASHI et al., 2002; ROCA-PÉREZ, 2004), taninos (SALMINEN et al., 2001; FEENY; BOSTOCK, 1968), graxas epicuticulares (FAINI et al., 1999), iridóides (MENKOVIC et al., 2000; HØGEDAL; MØLGAARD, 2000; BOWERS et al., 1992), glucosinolatos (AGERBIRK et al., 2001; RODMAN; LOUDA, 1985) e glicosídeos cianogênicos (KAPLAN et al., 1983; COOPER-DRIVER et al., 1977).

Mas como há exceção para a maioria dos acontecimentos na natureza, Sakamoto et al. (2005) mostraram que os metabólitos secundários de uma espécie vegetal selvagem, amostrada diretamente em seu habitat em três diferentes populações, se mantiveram em concentrações constantes durante os dois anos do estudo, ou seja, há casos em que o metabolismo secundário pode não se alterar em função de fatores climáticos, temporais ou ambientais. Este resultado demonstra a necessidade de se fazer novas pesquisas, visto se tratar de processos ainda inexplicáveis para a ciência.

2.1.3. Alelopatia/ Interferência/ Competição

Os vegetais competem entre si (intraespecífica) e com outras plantas (interespecíficas) pelos recursos do meio (luz, água, nutrientes, CO₂, etc.). A duração do tempo da competição determina prejuízos ao crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, à produção. O resultado da disputa é a redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas geradas pela competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em determinado período de tempo (RAVENTÓS; SILVA, 1995).

Sendo assim, algumas dessas plantas passaram a apresentar características alelopáticas, ou seja, capacidade de interferir na germinação de sementes e no desenvolvimento das plantas por meio de substâncias que são liberadas na atmosfera ou, quase sempre, no solo (MEDEIROS, 1990).

A partir dessa observação, denominou-se interferência o conjunto de ações sofridas por uma determinada população em consequência da presença de

substâncias químicas liberadas no ambiente por plantas potencialmente alelopáticas. A mediação pode ser direta – envolvendo a competição pelos recursos do meio, a alelopatia e o parasitismo – ou indireta, envolvendo prejuízos à colheita e tratos culturais ou atuando como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides (PITELLI, 1985).

Desta maneira, o termo interferência deve ser empregado como o efeito de uma planta sobre a outra, incluindo alelopatia e competição (MULLER, 1969), sendo o efeito alelopático dependente da liberação pela planta de um composto químico no ambiente, ao passo que a competição envolveria remoção ou redução de um fator ambiental, como água, minerais, luz, etc. (RICE, 1974).

Pela complexidade dos fenômenos alelopáticos, com múltiplas variáveis possíveis, há autores que afirmam que a separação não seria natural (INDERJIT; DEL MORAL, 1997). Assim, competição e alelopatia poderiam operar simultaneamente ou em sequência na natureza, e em alguns casos seria quase impossível separá-las (DAKSHINI et al., 1999), pois se trata de processos intimamente relacionados.

Esta forte relação entre os termos competição e alelopatia acaba gerando má interpretação entre os dois conceitos, muitas vezes tratados como processos semelhantes. Smith e Martin (1994) relataram a interferência vegetal como um processo de elevada complexidade, sendo muito difícil diferenciar a influência bioquímica da não bioquímica.

Porém, o que as diferencia é que enquanto a competição entre plantas é a disputa por um fator de crescimento necessário a ambas (luz, água, nutrientes, etc.), a alelopatia é a adição de substâncias químicas limitantes ao meio. Na prática, não é fácil distinguir se o efeito nocivo de uma planta sobre a outra cabe à alelopatia ou à competição (SOUZA et al., 2003).

Em resumo, existem duas maneiras de a maioria das plantas competirem. Uma é por meio da apropriação direta dos recursos, a outra é o recurso às interações negativas, onde, em algumas situações, um dos organismos competidores produz substâncias químicas que inibem o crescimento dos membros de sua própria espécie ou de outras espécies. A última se assemelha a um tipo de

guerra química, sendo mais evidente entre micro-organismos, mas também pode ser encontrada em plantas, onde são agrupadas na denominação geral de alelopatia (RAVEN, 2007).

A tolerância ou resistência a estes compostos também pode ser específica, havendo espécies mais sensíveis do que outras, como, por exemplo, a alface e o tomate (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Por essa razão, deve-se empregar maior diversidade de espécies, especialmente aquelas que habitam condições extremas de sobrevivência e, portanto, com grandes chances de síntese de compostos secundários nos testes alelopáticos, a fim de que os efeitos alelopáticos se assemelhem o mais possível às condições naturais.

O arsenal químico sintetizado pelas plantas produz as interferências alelopáticas. Alguns destes compostos foram quimicamente identificados como terpenos, fenóis, taninos e alcaloides, produzidos nas raízes, folhas, resíduos vegetais e cascas, sendo liberados no ambiente via volatilização, pelas partes aéreas das plantas, lixiviação das superfícies do vegetal por intermédio da chuva, orvalho e neblina, a exsudação pelas raízes, decomposição de resíduos vegetais e lixívia de serrapilheira. Seu acúmulo na forma de resíduos pode gerar uma cobertura morta no solo com elevado potencial alelopático, podendo, a depender da espécie, interferir positiva ou negativamente no ecossistema (MAY et al., 2011).

As interferências são entendidas por alguns pesquisadores como importante mecanismo ecológico que influencia a dominância vegetal, a sucessão, a formação de comunidades vegetais e de vegetação clímax, bem como a produtividade e manejo de culturas.

Os agentes de interferência estão distribuídos em concentrações variadas em diferentes partes da planta e durante seu ciclo de vida (periodicidade). São liberados em quantidades suficientes, podendo causar inibição ou estimulação (dependendo da concentração) da germinação, crescimento e/ou desenvolvimento de plantas já estabelecidas e no desenvolvimento de micro-organismos (CARVALHO, 1993).

Muitos pesquisadores defendem a importância da alelopatia no ecossistema natural. Porém, há controvérsia entre os que consideram a alelopatia como um fator significativo na interação planta-planta e outros que retratam o fenômeno como de difícil obtenção, pois afirmam que é fácil mostrar que os extratos ou os compostos purificados de uma planta podem inibir o crescimento de outra planta em experimentos de laboratório, mas não tem sido fácil demonstrar que esses compostos estejam presentes no solo em quantidades suficientes para alterar o desenvolvimento de um vegetal e garantir que estas substâncias orgânicas não tenham sido alvo da ação degradadora de microorganismos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Assim, esta discussão tem se prolongado por muito tempo, visto sua complexidade nos processos naturais, levando muitos estudiosos (GRESSEL; HOLM, 1964; BELL; KOEPPER, 1972; MULLER, 1966) a investigar comunidades naturais de plantas e a interferência que algumas delas exercem sobre o crescimento das culturas agrícolas, chegando à conclusão de que a alelopatia seria a consequência mais significativa da alteração da densidade populacional e do desenvolvimento de plantas, podendo ser uma forma de explicar o padrão vegetativo nas comunidades vegetais (MULLER, 1966; WHITTAKER, 1971; RICE, 1979), ao passo que outros viram esses mecanismos como importante aspecto das interações plantas daninhas x culturas (BORNER, 1960; TUKEY JR., 1969; BELL; KOEPPER, 1972; RICE, 1979).

Estas intervenções alelopáticas também são estudadas avaliando-se aspectos como os resíduos de vegetais deixados sobre a superfície ou incorporados anualmente ao solo (GUENZI et al., 1967; TUKEY JR., 1969), o que indica que a interferência alelopática é um importante mecanismo para o plantio convencional e para o plantio direto, bem como nas pastagens, pois a decomposição de resíduos vegetais destaca-se como fonte de aleloquímicos e, como esses processos de liberação não são uniformes, variando conforme o ecossistema, fazem-se necessárias mais pesquisas (REIGOSA et al., 1999).

O que mais tem limitado a avaliação dos efeitos alelopáticos em sistemas agrícolas é que são analisados apenas os efeitos de competição nas perdas

econômicas das culturas em campo (FEY et al., 2013), e acabam sendo esquecidos fatores importantes, como as interferências alelopáticas (EINHELIG; LEATHER, 1988). Isto se torna um problema, visto que nos sistemas agrícolas os efeitos negativos observados no crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas se devem a um conjunto de interferências e não a uma em particular (PITELLI, 1985).

A intensidade de interferências normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção ou crescimento da planta cultivada, como consequência da competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente (água, luz, nutrientes e CO₂), da liberação de substâncias alelopáticas (CHISAKA, 1977). Porém, dentre os componentes do conjunto de interferências, a competição e a alelopatia são os processos de maior significância e que ocorrem com maior frequência (VELINI, 1997).

Deste modo, justifica-se a grande relevância que o estudo dos efeitos de competição e alelopáticos apresenta para a implantação da cultura no campo. Por isso, trabalhos como Kozłowski et al. (2002) e Souza; Cardoso (2013) foram realizados com esta finalidade. Estas instruções servirão também para os estudos de evolução, importantes na determinação da diversidade de espécies (CHOU, 1999).

2.1.4. Estudo dos efeitos alelopáticos

Uma das peculiaridades dos seres vivos é a presença de atividade metabólica. O metabolismo é o conjunto de reações químicas que ocorrem no interior das células. No caso das células vegetais, o metabolismo costuma ser dividido em primário (moléculas encontradas em todas as células vegetais) e secundário (moléculas distribuídas tanto dentro da planta quanto entre diferentes espécies de plantas), ou seja, no metabolismo primário as moléculas desempenham funções essenciais ao vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos, ao passo que no secundário atuam como sinais químicos, permitindo a planta responder a estímulos do ambiente (sobrevivência e propagação das plantas que os produzem) (RAVEN, 2007).

As substâncias alelopáticas, conhecidas como aleloquímicos, são produtos secundários ou naturais resultantes do metabolismo secundário das plantas. Estes metabólitos, diferentemente dos metabólitos primários, têm distribuição restrita no reino vegetal, sendo encontrados frequentemente em apenas uma espécie vegetal ou em um grupo de espécies relacionadas taxonomicamente, ao passo que os metabólitos primários básicos são encontrados em todo o reino vegetal. Os compostos secundários são responsáveis por produzir os efeitos alelopáticos sobre o metabolismo de espécies receptoras (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os efeitos alelopáticos são o resultado da ação de biomoléculas (aleloquímicos), alterando o metabolismo das plantas receptoras quando liberados no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas (RIZVI et al., 1992). Estas alterações podem ser pontuais, mas como o metabolismo consiste de uma série de reações com vários controles do tipo “feedback”, rotas inteiras podem ser alteradas, mudando os processos padrão de crescimento e desenvolvimento das espécies afetadas (HICKS, 1989).

As alterações no padrão de germinação de determinada espécie, quando sobre efeito destes compostos, podem resultar em efeitos sobre: a permeabilidade de membranas; a transcrição e tradução do DNA; o funcionamento dos mensageiros secundários; a respiração, por sequestro de oxigênio (fenóis); a conformação de enzimas e de receptores ou ainda a combinação destes fatores (GONZALEZ et al., 1998).

Também podem interferir na conservação, dormência e germinação de sementes, crescimento das plântulas e vigor vegetativo das adultas, por atuarem nas funções vitais da respiração, fotossíntese, divisão celular, nutrição e reprodução, como já discutido (ALMEIDA, 1988).

O efeito visível dos aleloquímicos sobre as plantas é apenas uma sinalização secundária de mudanças anteriores. Assim, os estudos sobre o efeito de aleloquímicos sobre a germinação ou desenvolvimento da planta são manifestações secundárias de efeitos ocorridos em nível molecular e celular inicialmente, onde se tem relativamente poucas informações sobre estes mecanismos (RIZVI; RIZVI, 1992).

Os efeitos diretos dos aleloquímicos podem afetar dez pontos fisiológicos e estruturais de uma planta: 1 – estruturas citológicas e ultraestruturais; 2 – hormônios, tanto alterando suas concentrações quanto o balanço entre os diferentes hormônios; 3 – membranas e sua permeabilidade; 4 – absorção de minerais; 5 – movimento dos estômatos, síntese de pigmentos e fotossíntese; 6 – respiração; 7 – síntese de proteínas; 8 – atividade enzimática; 9 – relações hídricas e condução; 10 – material genético, induzindo alterações no DNA e RNA. Por sua vez, os efeitos indiretos atuam promovendo alterações em propriedades do solo, interferindo na absorção de nutrientes, bem como na população e atividade de microorganismos (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

Mas ainda são necessários estudos mais específicos para se entender os acontecimentos e respostas do vegetal diante dos efeitos alelopáticos, de maneira a esclarecer os fatores que afetam a produção de aleloquímicos e sua liberação no ambiente, bem como os mecanismos de absorção, translocação no organismo receptor; enfim, sua efetividade como aleloquímico, pois como já foi citado anteriormente, este conhecimento trará importante contribuição para a compreensão do fenômeno alelopático (MARTIN et al., 1990).

O grande entrave neste processo é que o estudo está sendo conduzido de forma não direcionada. Deve ser feita a implantação de pesquisas visando à avaliação dos processos (micro e macroscopicamente) de forma direta, seja por uma observação de natureza específica ou geral, de vez que dos milhares de compostos naturais identificados nas plantas, micro-organismos e solo a cada ano, poucos têm sido estudados para seu uso potencial. Este fato resulta no pouco conhecimento que se tem da complexidade bioquímica e do comportamento fisiológico entre espécies (WALLER, 1999).

As pesquisas nesta área, avaliando os efeitos de substâncias secundárias tóxicas, tiveram início com o pesquisador De Candolle, em 1832, ao elaborar a teoria de que “o cansaço das terras” poderia ser devido ao acúmulo de produtos químicos produzidos pelas raízes de culturas anteriores e não devido à falta de nutrientes (ALVES, 1992).

Bonner (1950) considera que, embora os aleloquímicos tenham sua síntese controlada, eles só exerceriam efeito caso fossem liberados pela planta produtora e alcançassem a planta receptora em quantidade suficiente para atuar efetivamente. Estes, quando liberados por uma planta, poderão afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (SILVA, 1978).

No entanto, é importante lembrar que os efeitos benéficos de uma planta sobre outra não devem ser desvinculados do conceito de alelopatia, de vez que dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo de sua concentração no ambiente (RICE, 1979).

Existem condições para que os efeitos alelopáticos sejam aceitos, desde que seja comprovado que um inibidor químico efetivo esteja sendo produzido e ocorra em concentração potencialmente efetiva no solo e a inibição não seja por efeito de competição da planta por luz, água e nutrientes, tampouco por uma atividade animal (WHITTAKER; FEENY, 1971).

Pesquisadores buscam esclarecer as alterações morfológicas e fisiológicas das plantas, quando na presença de aleloquímicos, por meio da avaliação de características como germinação, crescimento e desenvolvimento, dinâmica dos compostos, dentre outros, e por meio de sua classificação. Com estas informações, o estudo alelopático poderá ser aplicado na industrialização de novos tipos de substâncias que inibem o desenvolvimento de plantas daninhas e de pragas de modo orgânico, sem poluir e contaminar o meio ambiente e sem prejudicar a saúde humana (SILVA et al., 2013).

Uma maneira fácil, prática e pouco precisa, encontrada por pesquisadores, de identificar espécies potencialmente alelopáticas, tendo em vista a complexidade das reações no ecossistema natural, foi o uso de extratos vegetais em bioensaios. Por isso, os procedimentos usados para avaliar o potencial de atividade alelopática são os bioensaios, nos quais podem ser avaliados parâmetros globais, como germinação, crescimento e desenvolvimento das plântulas ou plantas adultas e parâmetros mais específicos, como a atividade de alguns processos fisiológicos,

tais como a fotossíntese, a respiração, o conteúdo de clorofila, dentre outros (SOUZA-FILHO E ALVES, 2002).

Esta técnica baseia-se no princípio de que os extratos devam ser testados em diferentes concentrações, dando condições mais ou menos similares à concentração potencial no ecossistema natural (SMITH; MARTIN, 1994).

A reprodução dos efeitos alelopáticos em situações de campo não é uma tarefa fácil, em parte devido aos métodos utilizados não refletirem a realidade ecológica (STOWE, 1979; WARDLE, 1987). Por isso, a maior parte dos trabalhos é executada em laboratório por meio de estudos com bioensaios, empregados para demonstrar a presença ou ausência destes efeitos.

Antes de realizar qualquer ensaio, o profissional deve verificar o potencial osmótico dos extratos, de modo que os resultados obtidos não sejam deturpados, ou seja, os possíveis efeitos não sejam atribuídos às respostas de sementes e plântulas aos extratos vegetais devido à alopatia ou ao efeito osmótico negativo sobre as espécies testes (BELL, 1974).

Alguns estudos já têm avaliado qualitativamente a importância relativa da influência osmótica e potencial alopático dos extratos vegetais sobre a germinação de sementes (STOWE, 1979; FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

De maneira geral, o estudo com bioensaios consiste no preparo de extratos aquosos foliares e do sistema radicular ou outro órgão da planta, observando sua influência sobre a germinação e crescimento da espécie receptora, a fim de entender os efeitos positivos e/ou negativos que determinados organismos exercem sobre outro de sua mesma espécie ou não (LUU et al., 1982; PUTNAM, 1985; INDERJIT; DAKSHINI, 1990).

Entretanto, é importante ressaltar que os dados obtidos em estudos de laboratório podem indicar apenas uma resposta de potencial alelopático (SMITH; MARTIN, 1994), mas respostas específicas, de determinadas plantas e estruturas químicas, não são facilmente identificadas em laboratório.

Mesmo assim, quando se deseja obter resultados rápidos da atividade alelopática de determinada planta, usam-se bioensaios de laboratório (condições

controladas), sendo a germinação o parâmetro frequentemente avaliado em estudos alelopáticos devido à fácil quantificação e resposta visível.

O efeito do aleloquímico sobre a velocidade de germinação é outro critério de fácil avaliação e bastante empregado nos testes de germinação. A massa seca da raiz e parte aérea, o comprimento das plântulas e a presença de pelos absorventes são parâmetros usados para se avaliar o efeito alelopático sobre o crescimento (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Com isso, são muitos os benefícios trazidos a cada nova descoberta do funcionamento dos metabólitos secundários, e este conhecimento vem sendo muito aproveitado na agricultura como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Em contrapartida, o pesquisador não deve se deter somente a interesses econômicos, de vez que este saber deve ser partilhado com outras áreas de conhecimento, levando, por exemplo, em consideração o aspecto ecológico, de vez que estas substâncias, oriundas do metabolismo secundário vegetal, representam vantagem na evolução das espécies contra a ação de micro-organismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes, inibindo o crescimento de outras plantas ou estimulando o crescimento das suas próprias sementes (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Em síntese, são muitas áreas que se beneficiam do conhecimento dos efeitos alelopáticos. A horticultura, por exemplo, é uma delas. Os profissionais desta área empregam estes efeitos em favor da cultura, em cultivos consorciados, de maneira a favorecer seu desempenho e produtividade, pois na agricultura sustentável é comum o agricultor usufruir da propriedade alelopática das plantas, denominadas “bioativas”, como forma estratégica para a produção sustentável de alimentos. Além desses benefícios, este saber pode ser aplicado a fim de evitar o crescimento de espécies invasoras e combater os nematóides do solo (SCHIEDECK, 2008) ou para ter sucesso na lavoura, de vez que na natureza estes compostos podem influenciar o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos circundantes (RAZAVI, 2011), sendo, portanto, um importante fator

ecológico por atuar na formação das comunidades vegetais (SEVERINO et al., 2008).

Enfim, o estudo da atividade de compostos alelopáticos é uma ferramenta promissora que pode ser empregada na agricultura, silvicultura, horticultura e nos estudos de ecologia (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; INOUE, 2010; KHALID et al., 2002).

2.1.5. Mecanismos de ação dos aleloquímicos

Entender o funcionamento dos diferentes mecanismos de ação dos aleloquímicos e seu comportamento nas várias rotas metabólicas, geradas pela grande diversidade de compostos, é uma tarefa de longo percurso para os pesquisadores, pois ainda há pouca informação deste assunto registrada na literatura.

Esta grande diversidade dos compostos que causam alelopatia indica diferentes mecanismos de ação e, em muitos casos, sua fitotoxicidade pode originar-se mais de um rompimento celular generalizado do que de um mecanismo específico (EINHELLIG, 1995).

Sabe-se que o efeito visível dos aleloquímicos sobre as plantas é apenas uma sinalização secundária de mudanças anteriores, e que os estudos sobre estes efeitos respondem sobre a germinação ou desenvolvimento da planta de manifestações secundárias de efeitos ocorridos em nível molecular e celular inicialmente, mas a explicação de como eles acontecem continua sendo um desafio para muitos estudiosos.

Por isso, é preciso buscar novos conhecimentos dos diversos mecanismos de ação de várias substâncias, pois por meio deste saber é possível entender as interações entre as plantas, tanto nos ecossistemas naturais como nos agrícolas (RODRIGUES et al., 1993).

Há registro de que a ação dos aleloquímicos está envolvida na inibição e modificação do crescimento ou desenvolvimento das plantas, e de que estes compostos podem ser seletivos em suas ações e as plantas podem ser seletivas em

suas respostas. Esta situação mostra como é difícil esclarecer o modo de ação destes compostos (SEIGLER, 1996), dada a complexidade bioquímica e de comportamento fisiológico entre espécies ainda ser pouco compreendida (WALLER et al., 1999).

Outro aspecto que torna complexo o processo dos diferentes mecanismos de ação destas substâncias é o fato de elas afetarem mais de uma função metabólica e provocarem vários efeitos colaterais difíceis de distinguir dos principais, levando a crer que muitos metabólitos podem ser estimulantes ou inibidores de processos fisiológicos, a depender de sua concentração, atividade fisiológica e outros fatores (RICE, 1979).

Em contrapartida, outros autores (RESENDE; PINTO, 2003) listam vários mecanismos de ação dos aleloquímicos e os consideram responsáveis por afetar os processos de respiração, fotossíntese, atividade enzimática, relações hídricas, abertura de estômatos, nível de fitormônios, disponibilidade mineral, divisão e alongamento celular, estrutura e permeabilidade de membranas e parede celular, sendo que muitos desses processos ocorrem em função do estresse oxidativo.

Rice (1984) mencionou que os efeitos podem ocorrer sobre a regulação do crescimento (divisão celular, síntese orgânica, interação com hormônios, efeito sobre enzimas e metabolismo respiratório); a abertura estomática e fotossíntese; a absorção de nutrientes; a inibição da síntese de proteínas e as mudanças no metabolismo lipídico.

Rizvi e Rizvi (1992) foram mais detalhistas, citando os processos de interferência dos aleloquímicos e afirmando que estes compostos podem afetar: 1 – estruturas citológicas e ultraestruturais; 2 – hormônios, tanto alterando suas concentrações quanto o balanço entre os diferentes hormônios; 3 – membranas e sua permeabilidade; 4 – absorção de minerais; 5 – movimento dos estômatos, síntese de pigmentos e fotossíntese; 6 – respiração; 7 – síntese de proteínas; 8 – atividade enzimática; 9 – relações hídricas e condução; 10 – material genético, induzindo alterações no DNA e RNA.

Existem duas formas de ação dos aleloquímicos: direta e indireta. O modo de ação direto ocorre quando o aleloquímico liga-se às membranas da planta

receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente em seu metabolismo. A forma indireta consiste em alterações nas propriedades do solo, de suas condições nutricionais e das alterações de populações ou atividade dos micro-organismos (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Alelopatia e a natureza química dos agentes alelopáticos podem resultar em mudanças em todo o aparato metabólico da planta alvo, pois afetam divisão, alongação e ultraestrutura celular, síntese de proteínas; ativação/inativação de enzimas, permeabilidade das membranas, metabolismo de lipídios e ácidos orgânicos, ciclos do nitrogênio e do fósforo, absorção de nutrientes minerais pelas plantas, abertura e fechamento dos estômatos, além de fotossíntese e respiração celular (CARMO, 2013).

Um bom exemplo de compostos mediadores do metabolismo são os ácidos fenólicos, que atuam induzindo o aumento da atividade de enzimas oxidativas, tendo como consequência final a modificação da permeabilidade das membranas e a formação de lignina, que contribuem para a redução do alongamento radicular (BAZIRAMAKENGA et al., 1995; FERRARESE et al., 2000). Inibem a expansão foliar e o alongamento das raízes em ervilhas e estimulam o aparecimento de raízes secundárias em pepino (BLUM; REBBECK, 1989; VAUGHAN; ORD, 1990), provocam desenvolvimento radicular precoce e alterações no metabolismo de lipídeos e proteínas da linhaça (LOVETT, 1982), sérias anomalias anatômicas e ultraestruturais em raízes de feijão e alterações no material genético, na síntese de proteína e de lipídios e na respiração mitocondrial de curcubitáceas (CRUZ-ORTEGA et al., 1998), além de modificações no índice mitótico de células radiculares de alface (ABREU et al., 2001; PIRES et al., 2001) e alterações na atividade enzimática da peroxidase nas raízes em contato com aleloquímicos, em comparação com as raízes das plantas testemunha (FERRARESE et al., 2001; PIRES et al., 2001).

Com isso, estas mediações dos aleloquímicos podem provocar mudanças inteiras nos vários processos metabólicos, mesmo sendo pontuais, pois suas reações produzem controles do tipo “feedback” (FERREIRA; ÁQUILA, 2000). Isto explica as poucas informações de como as substâncias alelopáticas atuam nas plantas.

Esta questão deve nortear as pesquisas em busca de respostas cada vez mais específicas sobre o processamento das diversas rotas metabólicas diante a atividade destes aleloquímicos, pois, obtendo este conhecimento, o estudioso pode atuar diretamente no alvo de interesse.

2.2. Alelopatia e agricultura

A prática de rotação de cultivos, em agricultura, é bastante difundida no Brasil. Desta forma, o conhecimento do processo alelopático torna-se crucial no momento em que se quer trabalhar com rotação de cultura em uma área agrícola (MILLER, 1983; BURIN E VILHORDO, 1985) porque os resíduos vegetais podem apresentar fundamental importância alelopática tanto sobre as plantas infestantes quanto sobre as culturas subsequentes, de vez que compostos orgânicos em decomposição, com propriedades alelopáticas, podem ser liberados no ambiente, inibindo o desenvolvimento das plantas infestantes e culturas sequenciais (ALMEIDA, 1989).

Outro aspecto que merece ser discutido nos estudos alelopáticos é sua interferência no sucesso da implantação de sistema consorciado. Deve-se observar o tipo de resíduo vegetal que permanece sobre o solo e das plantas infestantes que nele se desenvolvam, pois, no que diz respeito ao controle de plantas infestantes, o importante não é ter grande volume de resíduos, mas que estes apresentem aleloquímicos prejudiciais às espécies invasoras e sejam liberados ao solo em concentrações suficientes para inibir seu desenvolvimento sem comprometer o desempenho da cultura (ALMEIDA, 1991).

A técnica do plantio direto, bastante empregada pelos produtores nacionais, é outro bom exemplo para explicar os efeitos de inibição ou estímulo do crescimento da cultura seguinte (RICE, 1984). Ela também permite entender que o grau de inibição do crescimento de uma planta sobre a outra é promovido por fitotoxinas liberadas pela cultura durante seu crescimento ou pela decomposição da cultura ou resíduos de plantas daninhas deixadas no campo (PUTNAM; TANG, 1986; HEDGE; MILLER, 1990). Portanto, assim como as outras técnicas

anteriormente citadas, demonstra como o estudo da alelopatia tem se tornado de grande valia para a agricultura, pois suas observações têm contribuído para o desenvolvimento de novas metodologias de prevenção às perdas na produção da cultura, com implantação de sistemas de plantio racionais e conscientes.

Do ponto de vista agrônomo, a alelopatia é de grande interesse, pois possibilita não só a seleção de plantas que possam exercer certo nível de controle sobre determinadas espécies indesejáveis, como também o estabelecimento de espécies que não sejam fortemente alelopáticas, mas que possam compor lavouras equilibradas, com reflexos favoráveis à produtividade e longevidade das mesmas (WARDLE, 1987).

A alelopatia também pode oferecer excelente oportunidade para incrementar pesquisas com novas entidades químicas com propriedades herbicidas destacadas e menores impactos sobre o ambiente e o ser humano do que os compostos sintéticos de uso corrente na agricultura (WALLER et al., 1999; BELZ; HURLE, 2004; QIMING et al., 2006), tendo em vista a existência de alguns nomes comerciais, como picloram, glufosinate e quinclorac, sintetizados a partir de compostos naturais comercializados para o controle de plantas daninhas (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

Daí o estudo alelopático poderá contribuir no entendimento do processo de inibição na germinação ou no crescimento de plantas daninhas por meio de substâncias alelopáticas e sugerir alternativas para o manejo integrado destas plantas. Isto pode ocorrer não só pelo uso potencial do extrato como um agente químico natural, como também pela presença de novas entidades químicas presentes nos extratos, as quais podem ser manipuladas pela indústria (PIRES et al., 2001).

Sendo assim, se justifica a atenção dada ao estudo alelopático por muitos pesquisadores, que conseguem ver em seus resultados a descoberta de novas alternativas de uso destes compostos, além de almejar novas metodologias que permitam saber mais sobre os processos alelopáticos, desde a síntese de compostos alelopáticos até os efeitos (fisiológicos, biológicos, etc.) provocados nas espécies receptoras (GATTI et al., 2004).

2.3. Alelopatia x plantas da caatinga

O bioma caatinga, localizado no nordeste do Brasil, abrange parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Maranhão e Minas Gerais, ocupando uma área de 844.453 Km², correspondente a 9,92% do território nacional (LEITE, 2009; PRADO, 2003).

Sua vegetação inclui várias formações vegetais fisionômica e floristicamente distintas, onde a formação vegetal predominante tem como característica comum a completa caducifolia da maior parte de seus componentes, estratégia ecofisiológica utilizada em resposta à deficiência hídrica em grande parte do ano (ANDRADE-LIMA, 1981; EMPERAIRE, 1989; RODAL, 1992; LEMOS; MEGURO, 2010).

Diante das circunstâncias extremas de sobrevivência, costuma-se designar o bioma caatinga como um ambiente de vegetação morta e de baixo valor para fins de conservação. Acredita-se que tais descrições subestimaram a diversidade biológica da caatinga, contribuindo para sua desvalorização e desconhecimento pela ciência na América do Sul (PRADO, 2003; SILVA; BRASIL, 1980). Porém, ao contrário do postulado, a caatinga apresenta alta taxa de diversidade e endemismo, fazendo-se necessário maior conhecimento de sua flora para possíveis medidas de conservação e uso de suas áreas (PRADO, 2003).

O bioma caatinga foi reconhecido como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, conforme estudo coordenado pela “*Conservation Internacional*” (TABARELLI; SILVA, 2003).

Estes fatos mais que justificam o grande interesse por este bioma, que tem sido alvo de muitas pesquisas, pois as plantas da caatinga oferecem diversidade de compostos químicos, de vez que estão postas em ambiente com extremas condições de sobrevivência, por isso pode ser um importante instrumento nas pesquisas que visam a encontrar novas espécies com potencial alelopático, entre outras formas de uso. Assim, muitos estudos estão sendo desenvolvidos por pesquisadores de diferentes especialidades, como botânicos, farmacêuticos, químicos, médicos, dentre outros, os quais, em conjunto, informarão desde uma segura identificação da

espécie botânica, tipo e doses de substâncias, até formas de uso ou aplicação (PIMENTEL, 2013; BRAVO et al., 1999; DE SÁ et al., 2011, BRITO, 2010; FÉLIX, 2012).

A atividade alelopática de várias espécies da caatinga já vem sendo estudada pela comunidade acadêmica há certo tempo (PAES et al., 2006; ALBUQUERQUE et al., 2009; CENTENARO et al, 2009). Esta discussão tem mostrado que espécies do referido bioma possuem grande potencial alelopático.

Lorenzi e Matos (2002), fazendo um estudo fitoquímico do marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.), arbusto de grande poder invasor, colonizador das caatingas sucessionais do Nordeste, perceberam que o extrato de sua madeira se mostrou ativo contra *Staphylococcus aureus*.

Mais tarde, Albuquerque et al. (2009), avaliando extratos aquosos de marmeleiro ou resíduos foliares incorporados ao solo, evidenciaram a interferência desta espécie na germinação e desenvolvimento de espécies daninhas, muitas vezes atribuída à diminuição dos pigmentos fotossintetizantes.

Monoterpenos, presentes em extrato de marmeleiro, teriam sido os responsáveis pelos efeitos fitotóxicos nas sementes e vigor da alface (ALVES et al., 2004). Em feijão, o efeito fitotóxico correspondeu a uma redução 36% em seu comprimento de parte aérea (BRITO; SANTOS, 2012).

Os trabalhos de Mano (2006) e Silva (2007) mostraram que espécies como a jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth.) e o cumaru (*Amburana cearensis* A. C. Smith:) apresentaram forte atividade fitotóxica sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento de alguns vegetais de importância econômica (alface, sorgo, milho e feijão guandu) e chamaram a atenção para o correto dimensionamento populacional de plantas nos sistemas agroflorestais.

Félix et al. (2007) observaram alterações na germinação e principalmente no desenvolvimento de plântulas de alface e rabanete ocasionadas pelo potencial alelopático de *Amburana cearensis* e atribuíram esta atividade à presença de substâncias químicas, tais como cumarina.

A atividade alelopática de extratos de folhas e cascas de cumaru sobre germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento de plântulas de sorgo foi

citada no trabalho de Silva et al. (2006), os quais observaram que os extratos oriundos dos dois órgãos vegetais (casca e folha) provocaram atraso na germinação das sementes de sorgo e o extrato de cascas proporcionou maior inibição da porcentagem inicial e final de germinação, além de serem responsáveis pelo decréscimo no crescimento de parte aérea e raiz de plântulas de sorgo.

Há relatos mais antigos, como o Mariz (1953), que identificou em seu trabalho a presença de cumarina no caule da *Amburana cearensis* Smith, e referiu-se a ela como substância inibidora da germinação de plantas. Tigre (1968), porém, afirmou que os princípios secundários de suas sementes são destacados como propriedades inseticidas.

O estudo alelopático se mostra bastante complexo, pois determinados compostos que provocam alteração no metabolismo de determinada espécie podem não provocar efeito sobre outro vegetal. Este fato se apresenta com maior clareza na pesquisa conduzida por Prates et al. (2000), os quais, avaliando extratos de leucena em quatro diferentes concentrações sobre a cultura do milho, observaram que o comprimento de parte aérea da espécie-teste não sofreu danos significativos, apesar de a mimosina, composto considerado alelopático, estar presente no referido extrato.

O mulungu (*Erythrina velutina* Wild), espécie da caatinga com enorme potencial fitoterápico, pode ser empregado também como fonte de biomoléculas para a síntese de herbicidas naturais, tendo em vista pertencer ao gênero *Erythrina*. Este gênero é uma importante fonte de alcalóides tetracíclicos do tipo eritrina, além de apresentar em sua composição química flavonoides, cumarinas e saponinas, substâncias conhecidas como aleloquímicos (CUNHA et al., 1996; RABELO et al., 2001; VIRTUOSO et al., 2005; CORRÊA et al., 2008; SOUSA et al., 2008).

Centenário et al. (2009) relataram que amostras de extrato de mulungu inibiram o crescimento do hipocótilo de *L. sativa* e ressaltaram que esse resultando teria sido decorrente de possíveis alterações na fase da germinação, tendo como consequência a formação de plântulas com dificuldade de crescimento normal.

Em trabalho recente realizado por Oliveira et al. (2012) se verificou atividade alelopática de extratos brutos de sementes, cascas e flores de mulungu na

germinação de sementes de alface. Verificou-se que o extrato de sementes de mulungu foi o mais tóxico, de vez que reduziu a germinação, porcentagem e velocidade de germinação de sementes da alface, além de ter causado alta porcentagem de mortalidade das sementes.

No entanto, os extratos de flores e cascas causaram germinação lenta e afetaram o desenvolvimento da alface, além de terem provocado aparecimento de 49% e 22%, respectivamente, de plântulas anormais.

A elevada toxicidade do extrato de sementes deve-se a uma provável presença de compostos alopatóxicos, tais como os alcalóides erisopina, erisodina, eritramina e eritracina, que estão presentes na planta (CASTRO, 2006).

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) é uma das espécies endêmicas do bioma caatinga (LORENZI; MATOS, 2002). Encontrar plântulas dessa espécie próximas às plantas matrizes é extremamente raro, o que pode ser atribuído aos efeitos alelopáticos verificados em alguns trabalhos que testaram a atividade alelopática do juazeiro (COELHO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2009 e 2012).

Foi feito um estudo fitoquímico do juazeiro, no qual foi relatada a presença de saponinas (jujubosídeo), substâncias com efeito alopatóxico reconhecido em vários estudos (MARASCHIN-SILVA; ÁQUILA, 2005, 2006; GUSMAN et al., 2008). Encontrou-se também em sua composição um álcool saturado de cadeia longa e os ácidos oleanólico e betulínico e esterificados (MATOS, 2007), compostos com atividades antitumorais conhecidas (MUTO, 1998), por isso muitas pesquisas precisam ser feitas com esta espécie de grande potencial fitoterápico e alelopático.

Considerando estes resultados, fica claro que mais pesquisas precisam ser desenvolvidas seguindo esta mesma linha de raciocínio, ou seja, a identificação, quantificação e função destes compostos, porque somente com a identificação de espécies alelopáticas o estudo alelopático fica incompleto. Esta procura já vem sendo sanada pela implantação dos métodos de extração e isolamento advindo da química de produtos naturais, que tem contribuído muito na identificação das substâncias inibitórias (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Alguns autores como Centenaro et al. (2009); Coelho et al. (2011); Rêgo Júnior et al. (2011); Silveira et al. (2012); Oliveira et al. (2012) identificaram

espécies da caatinga potencialmente alelopáticas, inclusive o jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart). Sendo assim, acredita-se que a referida espécie, entre outras espécies da caatinga, possa oferecer matéria prima para a formação de novos compostos menos nocivos.

É comum o emprego do jucá na medicina popular para o tratamento de feridas, contusões, combate à asma e à tosse crônica (BRAGA, 1976). A partir destes usos, alguns estudiosos reconheceram seu potencial fitoterápico e caracterizaram suas atividades cardiotônica, antimicrobiana, analgésica e antiinflamatória (CARVALHO et al., 1996), antihistamínica, antialérgica, anticoagulante e hepatotóxica (DI STASI et al., 2002).

Cavalheiro et al. (2009), testando as atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de jucá, perceberam atividades celulásica, amilásica, anticoagulante e larvicida contra *A. aegypti*, o que indica presença de compostos bioativos de interesse farmacológico ou industrial.

Oliveira et al. (2012) verificaram o efeito alelopático de extratos obtidos de diferentes órgãos do jucá sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de alface e observaram que os extratos de folhas, cascas e vagens maduras desta espécie apresentaram atividade alelopática sobre o desenvolvimento de plântulas de alface, com o aparecimento de plântulas anormais e redução do comprimento da parte aérea e da raiz.

Diante do exposto, acredita-se que as plantas da caatinga possuem grande potencial no estudo da alelopatia, especialmente o jucá, juazeiro, cumaru e mulungu, pois este bioma apresenta riqueza de espécies que se adaptaram a condições mínimas de sobrevivência, sendo prováveis produtoras de aleloquímicos. Portanto, os estudos com o referido bioma devem ter continuidade.

2.4. Estudo fitoquímico x alelopatia

A fitoquímica é a área responsável pelo estudo dos princípios ativos de drogas vegetais, chamados metabólitos secundários ou metabólitos especiais, os quais fazem parte do metabolismo dos vegetais, conferindo proteção às plantas

(proteção contra ataques de insetos e herbívoros, radiação ultravioleta, doenças, etc.). Além disso, os metabólitos secundários possuem atividade biológica, oferecendo benefícios também à saúde humana (DEGANI et al., 2013).

O estudo dos constituintes secundários de plantas é composto de uma área de vasta atuação (biólogos, botânicos, farmacêuticos, químicos, fisiologistas, etc.). Fundamenta-se em uma série de metodologias que têm como objetivo a extração, isolamento, purificação e determinação da estrutura química dos constituintes presentes em extratos de plantas com atividade biológica. Geralmente, as classes de princípios ativos vegetais mais citados são: alcaloides, cumarinas, esteroides, flavonoides, glicosídeos cardioativos, lignanas, óleos essenciais, saponinas, triterpenos, dentre outros (DEGANI et al., 2013).

Nas pesquisas fitoquímicas, os métodos mais usados são a cromatografia clássica e a cromatografia moderna. O primeiro método é formado pela cromatografia de adsorção em coluna, cromatografia de partição, cromatografia de exclusão molecular, cromatografia em camada delgada. Por sua vez, o segundo é composto pela cromatografia gasosa (CG), cromatografia líquida (CL) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

Ambos os métodos são usados para a extração, isolamento e purificação dos constituintes químicos dos extratos e óleos essenciais. No entanto, existem ainda as técnicas como a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM / GC-MS), cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (CL-EM / LC-MS) e cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de arranjo de diodo (CLAE-DAD / HPLC-DAD), que também são muito usadas (DEGANI et al., 2013).

Uma etapa bastante minuciosa nas pesquisas fitoquímicas é a determinação da estrutura química dos compostos. Nela são usados métodos como espectrometria no ultravioleta (UV), espectrometria no infravermelho (IV), espectrometria de massas (EM) e espectrometria de ressonância magnética nuclear (RMN) de hidrogênio e carbono, utilizando métodos uni e bidimensionais (COSY, HMQC, HMBC, NOESY, entre outros (DEGANI et al., 2013).

A primeira etapa do estudo dos princípios ativos de plantas é a preparação dos extratos. Quando a intenção do pesquisador for o isolamento dos constituintes químicos, podem ser empregadas inúmeras metodologias (extratos obtidos de álcool etílico, metanol ou solventes de diferentes polaridades), com a preparação de um extrato hidroalcoólico (etanol/água) sendo considerada a análise químico-farmacológica mais adequada, por se aproximar do uso popular (DEGANI et al., 2013).

Posteriormente, ocorrerá a extração por maceração ou percolação, as soluções extrativas são filtradas; em seguida, o solvente é evaporado em evaporador rotativo (rotavapor) para posterior análise fitoquímica qualitativa, triagem fitoquímica preliminar ou prospecção dos constituintes da planta (DEGANI et al., 2013).

Esta triagem procura sistematizar ou rastrear os principais grupos de constituintes químicos que compõem um extrato vegetal. É um exame rápido e superficial por meio de reagentes de coloração ou precipitação, que poderão revelar a presença de metabólitos secundários em um extrato, por isso deve ser realizado antes da cromatografia.

A triagem fitoquímica preliminar, com vistas ao estabelecimento da possível natureza química dos compostos existentes, pode ser realizada com o extrato etanólico baseado no princípio da migração diferencial dos componentes de uma mistura, decorrente de diferentes interações entre fases imiscíveis. Depois, são realizados testes para as classes específicas de constituintes químicos, tais como saponinas, esteroides, triterpenoides, alcaloides, flavonoides, taninos, cumarinas, etc.

Na etapa do isolamento e purificação dos constituintes químicos dos extratos ou óleos essenciais, escolhe-se o método cromatográfico que se enquadre melhor à pesquisa. E a última etapa no estudo fitoquímico consiste da seleção de uma das metodologias de determinação da estrutura química dos compostos (DEGANI et al., 2013).

Com este conjunto de técnicas, o pesquisador norteará seu estudo fitoquímico na busca por novas descobertas, pois ainda é pouco o conhecimento da

diversidade de constituintes químicos presentes nas diversas espécies vegetais encontradas na natureza, a exemplo da flora que compõe o bioma caatinga, por isso estudos visando à identificação de compostos secundários de plantas podem dar grande contribuição na fundamentação da ciência alelopática, mesmo não estando dirigidos especificamente às atividades alelopáticas (SILVEIRA, 2005; NEGRI, 2004, CANUTO; SILVEIRA, 2006, RIVEIRO et al., 2010, ALMEIDA et al., 2010)

2.5. Espécies da caatinga potencialmente alelopáticas

2.5.1. Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.)

Ziziphus joazeiro é conhecido por juá-babão e juá-de-boi, joá-mirim e joazeiro, juazeiro, juá, juá-bravo. É uma árvore frondosa da família Rhamnaceae. Possui tronco relativamente curto e copa ampla, que quase sempre se mantém verde, mesmo em época de estiagem (MATOS, 2007). Espécie perenifólia, graças ao amplo e profundo sistema radicular, capaz de coletar a escassa umidade existente no subsolo (OLIVEIRA, 1976), heliófita e seletiva higrófila, exclusiva da região semiárida (caatinga) do nordeste do país (LORENZI, 2008). Sua ocorrência vai desde o estado do Piauí até o norte de Minas Gerais.

O juazeiro é uma espécie que apresenta grande importância econômica e ecológica, sendo utilizada localmente para produção de lenha e carvão, arborização de ruas e jardins. Possui frutos com drupa globosa, amarela, de polpa doce, comestível e rica em vitamina C, os quais são explorados de forma extrativista (LORENZI, 2008).

O chá de suas folhas é usado na medicina caseira para o alívio dos sintomas da dispepsia, má-digestão e úlcera do estômago (MATOS, 2007). Suas cascas acinzentadas com ritidoma fino e lenticelado são empregadas no tratamento de doenças do fígado, dor de cabeça, tosse seca, bronquite, dor de garganta e problemas urinários; seu uso mais frequente pelos habitantes do interior nordestino se dá como agente de limpeza dos dentes.

É uma das espécies endêmicas do bioma caatinga utilizada na medicina popular como expectorante, no tratamento de bronquites e de úlceras gástricas, na fabricação de cosméticos, xampus anticaspas e creme dental, na alimentação de animais principalmente nos períodos de seca (MATOS, 2007; LORENZI; MATOS, 2008; CARVALHO, 2007). Suas flores (amarelas, pouco vistosas, bissexuadas, reunidas em tirso congestos axilares) são importantes fontes de recurso alimentar para abelhas indígenas sem ferrão da tribo *Meliponini*, utilizadas na meliponicultura, atividade alternativa de renda para produtores de algumas áreas de Caatinga (NADIA et al., 2007).

2.5.2- Jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. var. *ferrea*)

O jucá, ibirá-obi, baje-de-jucá, pau-ferro, imirá-itá (*Caesalpinia férrea*), como é conhecido popularmente, é uma árvore perinifólia ou semidecídua, heliófita, seletiva higrófila com até 6m de altura, apresentando ampla dispersão, porém geralmente em baixa densidade populacional. É uma leguminosa bastante ornamental, principalmente por sua copa arredondada, baixa e rala, pelo florescimento exuberante; pode ser empregada na arborização de ruas e avenidas.

Ocorre nos estados do Piauí até São Paulo, encontrado preferencialmente em várzeas úmidas e fundo de vales. Possui tronco curto, ramificado quase desde a base, medindo até 30 cm de diâmetro e, como as outras variedades, é provido de cascas finas renovadas atualmente, deixando manchas mais claras características. O lenho do tronco e dos galhos é quase branco, muito duro e difícil de quebrar.

Algumas destas características asseguram elevada qualidade de sua madeira, empregada na construção civil, obras externas e marcenaria em geral. Tem folhas alternas espiraladas, compostas bipinadas, imparipinadas, de 15-19 cm de comprimento, com 5-11 pinas opostas; folíolos opostos, oblongos com base assimétrica e ápice arredondado, em número de 8-24 por pina.

Suas flores são amarelas, diclamídeas, dialipétala, zigomorfas, dispostas em panículas apicais e axilares. Seu fruto legume (vagem) é indeiscente, muito

duro, marrom, contendo poucas sementes por fruto (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS, 2007; LORENZI, 2008).

Foi realizado recentemente estudo farmacológico do extrato hidroalcoólico dos frutos de jucá no qual foi comprovada sua ação contra tumores provocados pelo vírus Epstein-Barr, bem como sua atividade inibidora da formação de papilomas induzidos na pele de ratos por ação dos derivados do forbol (TPA) e de compostos antracênicos, além de ter apresentado atividades antiinflamatórias, imunoestimulante e hiperglicemiantes atribuídas ao ácido elágico e seu derivado tri-hidroxilado (MATOS, 2007).

A literatura etnofarmacológica cita também a tradicional tintura-da-bagem-de-jucá (tintura-da-vagem-de-jucá), tida como excelente medicação de uso local em curativos de contusões e ferimentos para estancar hemorragias e em compressas no tratamento de luxações (MATOS, 2007).

2.5.3. Mulungu (*Erythrina velutina* Wild.)

Erythrina velutina, também conhecida como mulungu, suinã, bico-de-papagaio, canivete, entre outros, pertencente à família Fabaceae (Leguminosae - Papilionoidae), é uma árvore decídua, de copa aberta e arredondada, muito florífera e ornamental, espinhenta, de seis a doze metros de altura.

Seu gênero é composto aproximadamente de 120 espécies, 70 ocorrendo nas Américas, com apenas uma espécie ocorrendo na caatinga (QUEIROZ, 2009). Utilizada no sombreamento do caucaueiro e como cerca-viva, devido à facilidade com que brota de estacas espetadas no próprio local.

É resistente à seca, apresenta rusticidade, rápido crescimento e propriedades medicinais. Suas folhas são compostas trifoliadas, alternas, de folíolos cartáceos, velutino-pebetercentes, medindo de 3-12 cm de comprimento. Apresenta flores vermelho-coral grandes, dispostas em panículas racemosas com raque pulverulenta, formadas com a árvore totalmente despida de suas folhagens, que são frequentemente visitadas por pássaros que sugam seu néctar. Seu fruto do

tipo legume (vagem) é deiscente, com 5-8 cm de comprimento, contendo 1-3 sementes reniformes de cor vermelha e brilhantes.

É uma espécie nativa da caatinga do nordeste brasileiro e vale do São Francisco, muito ornamental quando em floração, sendo ocasionalmente empregada no paisagismo. Ocorrem em outras regiões do país outras espécies desse gênero com características semelhantes e com o mesmo nome popular (LORENZI; MATOS, 2008; LORENZI, 2008).

A literatura etnobotânica registra seu uso tradicional em medicina popular como medicação caseira para acalmar pessoas muito excitadas, promover um sono tranquilo, aliviar crises de palpitação do coração e como expectorante. Porém, somente com estudos farmacológicos suas propriedades curativas foram comprovadas, quando o extrato de mulungu mostrou atividades espasmolítica, curarizante, antimuscarínica e depressora do sistema nervoso central, propriedades compatíveis com as preconizadas pelo uso popular (REYES, 2008).

O mulungu apresenta considerável importância econômica (KUKIHARA; LIRA et al., 2004). Além de suas propriedades curativas, poderia ser indicado como bioinseticida, pois há relatos de que esta espécie apresenta potencial para ser utilizada nos sistemas integrados de combate a insetos adultos de moscas-das-frutas, com a vantagem de ser biodegradável, de vez que foi encontrada em suas sementes a vicilina (MACEDO, 2010).

2.5.4. Cumaru (*Amburana cearensis* Smith.)

Amburana cearenses A. C. Smith é uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófito, pertencente à família Fabaceae. Árvore bastante ornamental, com até 20m de altura, conhecida popularmente como amburana, amburana-de cheiro, cerejeira, cerejeira-rajada, cumaru-do-ceará, cumaré, cuamaru, etc.

Ocorre no Nordeste do país na caatinga, no Espírito Santo e Minas Gerais, na floresta pluvial do Vale do Rio Doce e nos afloramentos calcários e matas decíduas dos estados de Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Mato grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo.

É uma leguminosa de tronco revestido por uma casca espessa (ritidoma esfoliativo), que se desprende em finas lâminas delgadas, deixando grandes manchas vermelho-pardas de mistura com outras esverdeadas, empregadas no tratamento de bronquites, asma, gripes e dores reumáticas (medicina caseira), além de terem suas atividades antiinflamatória, analgésica, antiespasmódica e broncodilatadora reconhecidas cientificamente.

Suas folhas são compostas pinadas, de folíolos elípticos, orbiculares até oblongo ou ovais, de 2 a 3 cm de comprimento. Possui flores pequenas, brancacentas e muito aromáticas, dispostas em panículas terminais e frutos do tipo vagem tardiamente deiscentes, contendo uma única semente achatada e provida de uma asa membranácea.

Suas sementes possuem odor agradável de cumarina, tendo sido outrora usadas para perfumar roupas. Também são empregadas em substituição da *Fava-tonka*, visto que em estudo fitoquímico elas fornecem cerca de 23% de um óleo fixo constituído principalmente do glicerídio dos ácidos palmítico (18,6%), linoleico (7,1%), esteárico (8,0%) e cuamarina (4%) (LORENZI; MATOS, 2008; LORENZI, 2008, MATOS, 2007).

Esta espécie possui madeira de elevado valor econômico, empregada para mobiliário fino, folhas faqueadas decorativas, tanoaria, esculturas, etc. (LORENZI, 2008, LORENZI e MATOS, 2008), possuindo também valor ecológico, sendo recomendada para trabalhos visando à recuperação de áreas degradadas (TIGRE, 1968).

3. Espécies teste

3.1. Feijão (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, seção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e

subespécie *unguiculata* (MARECHAL et al., 1978; PADULOSI et al., 1997; SMARTT, 1990; VERDCOURT, 1970).

Conhecido popularmente por feijão macássa e feijão-de-corda na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada na região Norte e feijão-miúdo na região Sul (FREIRE-FILHO et al., 1983), é uma cultura de origem africana introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses, na Bahia (FREIRE FILHO, 1988), a partir de onde foi disseminado por todo o país (DIAS, 2008).

O feijão-caupi é formado por uma raiz principal da qual se desenvolvem lateralmente raízes secundárias, terciárias, etc. Concentra-se na base do caule, quase na superfície do solo, e as raízes laterais apresentam nódulos colonizados por bactérias fixadoras de nitrogênio.

O caule é uma haste constituída por um eixo principal formado por uma sucessão de nós e entrenós. O primeiro nó constitui os cotilédones (estruturas de reserva da planta); o segundo corresponde à inserção das primeiras folhas da planta (folhas primárias); do terceiro nó em diante, estão inseridas as folhas chamadas trifolioladas (porque possuem três folíolos).

A porção alongada entre as raízes e os cotilédones e as primeiras folhas é o epicótilo, que possui crescimento determinado ou indeterminado. O determinado caracteriza-se por o caule e os ramos laterais cessarem o crescimento e terminarem em flores, ao passo que o indeterminado apresenta crescimento contínuo e flores somente laterais, junto às folhas. O crescimento do caule determina os principais tipos de planta do feijoeiro: arbustivo, prostrado e trepador (SILVA, 2013).

O hábito de crescimento é um caráter morfo-agronômico que é determinado, além de outras características morfológicas, pelo crescimento do caule (determinado e indeterminado) e pelo hábito de florescimento da planta. O hábito de crescimento determinado caracteriza-se por ter o caule e os ramos laterais terminando em uma inflorescência (inflorescência terminal) e possuir um número limitado de nós; a floração inicia-se do ápice para a base da planta. O hábito indeterminado é caracterizado por possuir um caule principal com a célula de desenvolvimento vegetativo que permite crescimento contínuo, em uma sucessão

de nós e entrenós; as inflorescências são axilares, isto é, desenvolvem-se nas axilas das folhas, e a floração inicia-se da base para o ápice da planta (SILVA, 2013).

A planta do feijão-caupi apresenta dois tipos de folhas: as folhas primárias (primeiras folhas da planta, na fase de plântula) e as demais folhas, denominadas trifolioladas, contituídas de três folíolos. A cor e a presença de pelos é uma característica que varia de acordo com a cultivar, posição na planta, idade da planta e condições do ambiente (SILVA, 2013).

As flores do feijão-caupi não são isoladas, isto é, estão sempre agrupadas em duas, três ou mais, e são compostas por um pedúnculo (pequena haste) que sustenta os botões florais, formando a inflorescência floral. Cada flor é constituída por um cálice formado de sépalas unidas e uma corola de cinco pétalas coloridas, com formatos diferentes: uma pétala mais externa e maior (denominada estandarte); duas laterais menores, estreitas (denominadas asas); além de duas inferiores, unidas e enroladas em forma de espiral (denominadas quilha).

O aparelho reprodutor masculino (denominado androceu) é constituído de nove estames (estruturas que contém os grãos de pólen) unidos na base e um livre. Já o feminino (denominado gineceu) possui ovário com vários óvulos (pluriovulado), um estilete (filamento que liga o estigma ao ovário) encurvado, e um estigma (parte apical do estilete que recebe os grãos de pólen) terminal. As flores podem ter a cor branca, rósea ou violeta, de distribuição uniforme para toda a corola, ou ser bicolores, isto é, as pétalas podem ter mais de uma cor ou tonalidades diferentes (SILVA, 2013).

O fruto é uma vagem formada por duas partes (denominadas valvas), uma superfície superior e outra inferior, podendo ter uma forma reta, arqueada ou recurvada, e a ponta ou extremidade (denominada ápice) ser arqueada ou reta. A cor pode ser uniforme ou não, isto é, pode apresentar estrias de outra cor, por exemplo, e variar de acordo com o grau de maturação (vagem imatura, madura e completamente seca), podendo ser verde, verde com estrias vermelhas ou roxas, vermelha, roxa, amarela, amarela com estrias vermelhas ou roxas (SILVA, 2013).

A semente possui alto teor de carboidratos e proteína, sendo constituída externamente de uma casca (tegumento), hilo (cicatriz no tegumento), micrópila

(pequena abertura no tegumento) e rafe (cicatriz da soldadura dos óvulos com as paredes do ovário), e internamente de um embrião formado pela plúmula (pequeno botão do caule), duas folhas primárias, o hipocótilo, dois cotilédones e uma pequena raiz denominada radícula.

A semente também pode ter várias formas: arredondada, elíptica, reniforme ou oblonga, com tamanhos que variam de muito pequenas (< 20g /100 sementes) a grandes (> 40 g/100 sementes) e apresentar ampla variabilidade de cores, variando do preto, bege, roxo, róseo, vermelho, marrom, amarelo até o branco.

O tegumento pode ter uma cor uniforme ou mais de uma, normalmente expressa em forma de estrias, manchas ou pontuações. Podem apresentar brilho (brilhosa) ou não (opaca). Possui grande variabilidade, caracterizada pelos aspectos externos da semente, que tem sido usada para diferenciar e classificar cultivares de feijão em alguns grupos ou tipos distintos, com base na cor e no tamanho das sementes: preto, mulatinho, carioca, roxinho, rosinha, amarelo, manteigão, branco, etc. (SILVA, 2013).

No Brasil, são cultivadas várias espécies de feijão; entretanto, para efeito de regulamento técnico, somente o feijão-comum, espécie *Phaseolus vulgaris* (L.) e o feijão-caupi, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. são consideradas como feijão pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O Brasil é o maior produtor da América e o terceiro mundial (LANGYINTUO et al., 2003).

O feijão-caupi tem grande importância, tanto como alimento quanto como gerador de emprego e renda. É rico em proteína, minerais e fibras (FROTA et al., 2008; SINGH, 2007) e constitui um componente alimentar básico das populações rurais e urbanas das regiões norte e nordeste, com seu consumo expandindo-se de forma mais intensa para as regiões centro-oeste e sudeste do Brasil.

Freire-Filho et al. (2011), apresentando dados de produção e informações socioeconômicas da cultura do feijão-caupi no Brasil, admitiram que se cada hectare gerasse 0,8 emprego/ano, considerando o consumo per capita de 18,21 kg/pessoa/ano e o preço mínimo da saca de 60 kg de R\$ 80,00 (HETZEL, 2009), a cultura do feijão-caupi gerava em média 1.113.109 empregos por ano, produzindo

suprimento alimentar para 28.205.327 milhões de pessoas, com produção anual no valor de R\$ 684.825.333 reais.

3.2. Milho (*Zea mays* L.)

O milho é uma planta anual, robusta, monocotiledônea, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Commelinidae, ordem Poales, família Poaceae (anteriormente denominada de gramínea), gênero *Zea* e espécie *Zea mays* (PATERNIANI, 1978). Originou-se na América Central, provavelmente da região onde hoje se situa o México, tendo sido domesticado no período entre 7.000 e 10.000 anos atrás (CASTRO; KLUGE, 1999).

É uma espécie herbácea, monoica, anual, alógama com praticamente 100% de reprodução cruzada (PATERNIANI; CAMPOS, 1999; PONS; BRESOLIN, 1981). Pode atingir até 2 metros de altura, produzindo cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou, sendo os grãos geralmente amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho (PAES, 2006).

O sistema radicular é fasciculado, atingindo aproximadamente 1 m. Suas raízes dividem-se em três grupos (raízes temporárias, permanentes e adventícias). Possui um caule ou colmo, preenchido por uma medula esponjosa e adocicada, apresentando de cinco a 48 folhas, as quais são arrançadas alternadamente e suportadas no colmo através de suas bainhas (LARCHER, 1986).

Suas folhas são sésseis, alternadas e lanceoladas, com ápice acuminado, bordos serrilhados. O limbo foliar pode variar de muito longo, estreito a curto e largo e ter posição quase horizontal ou vertical em relação ao colmo (LARCHER, 1986).

Suas flores masculinas e femininas estão presentes na base apical do colmo, chamadas de pendão, flecha ou panícula, contendo milhares de grãos de pólen, que são os órgãos masculinos. Na boneca, acham-se os estilo-estigmas, denominados também de cabelo ou barba, que, recebendo o pólen, ficam fertilizados para a formação dos frutos.

Seus frutos são cariopses ou grãos, inseridos no raque ou sabugo pela raquíla. São dispostos em fileiras que variam de número, seis, oito, dez, catorze, etc., e são recobertos de palha ou espata de quantidade variável de 18 a 20 aproximadamente. Elas servem para a proteção dos grãos contra a infestação de pragas, doenças e penetração de umidade, de vez que suas pontas interceptam a entrada de organismos. O grão, fruto indeiscente, é formado de pericarpo, endosperma e embrião (LIMA, 1976).

O milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas e de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há no mínimo 5.000 anos. Logo após o descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou então a ser plantado em escala comercial e espalhou-se desde a latitude de 58° norte (União Soviética) até 40° sul (Argentina) (DUARTE, 2013).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo do cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% são destinados a tal fim, ao passo que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (DUARTE, 2013).

Além disso, é uma cultura importante para produtores de todos os níveis tecnológicos, sendo um dos principais insumos no complexo agroindustrial, destacado no cenário estratégico mundial como um dos fundamentais segmentos a serem explorados a fim de se alcançar a sustentabilidade almejada para as condições futuras (CRUZ, 2013).

3.3. Melão (*Cucumis melon* L.)

Há uma forte discussão quanto ao centro de origem do *Cucumis melon*. Para Grieve (1995), o meloeiro é nativo do sul asiático, do sopé dos Himalaias ao Cabo Comorin, onde cresce selvagem. Com base em Fruttilandia (2013), seria nativo do centro e oeste asiático; o meloeiro inicialmente foi disseminado na Índia, China e então na bacia mediterrânea. Já para Boas et al. (1998) e Silva (2001), esta cultura teria como centro de origem a região central da Ásia e da África. O melão (*Cucumis melo* L.) pertence à família das Cucurbitáceas (BOAS et al., 1998; SILVA, 2001). Sua classificação taxionômica está enquadrada na seguinte ordem: Reino Vegetal, Divisão Spermatophyta, Subdivisão Angiospermae (KRARUP; KONAR, 2001), Classe Dicotyledonea, Subclasse Dilleniidae, Superordem Violanae, Ordem Cucurbitales, Família Cucurbitaceae, Gênero *Cucumis*, Subgênero: *melo* (Miller) C. Jeffrey, Espécie *Cucumis melo* L. (COSTA et al., 2013).

O gênero *Cucumis* é um dos maiores da família Curcubitaceae, incluindo 34 espécies. A espécie *Cucumis melo* é dividida em duas subespécies *C. melo* subsp. *agrestis*, com ovário de indumento curto e *C. melo* subsp. *melo* com ovário de indumento longo (ALMEIDA, 2006).

O meloeiro é uma planta anual, herbácea, que possui talos recobertos por pelos, formam muitas hastes ou ramificações, podendo conduzir-se como rasteira ou trepadeira, permitindo o cultivo tutorado em estufas (SARLI, 1980; MAROTO, 1995). As folhas são alternadas, simples, palmadas, pentalobadas, angulosas quando jovens e subcordiformes quando completamente desenvolvidas. Possui gavinhas, que são órgãos de sustentação da planta ao solo, e nascem das axilas das folhas.

Seu sistema radicular é ramificado, fasciculado, e consiste de uma raiz principal, curta e densa, da qual partem as raízes laterais (MOROUELLI et al., 2000). Possui pouca capacidade de regeneração após traumatismo.

Seu caule é do tipo trepador ou prostado, com secção circular, diferindo do pepino e melancia, que possuem caule anguloso. A maioria das cultivares é

andromonóica, e mais raramente monoicas (GRANGEIRO et al., 2002; ALMEIDA, 2006).

As flores nascem nas axilas das folhas, as femininas e hermafroditas, isoladas, e as masculinas, em grupo de três a cinco. As flores masculinas, sustentadas por percíolos curtos, aparecem geralmente de uma a duas semanas antes das femininas e hermafroditas, e continuam se formando durante todo o ciclo vegetativo. O ovário é ínfero, apresentando inúmeros nectários na base do estilete. O grão de pólen é de natureza viscosa, necessitando de um agente polinizador para seu transporte até a superfície estigmática.

A polonização do melão é principalmente entomórfica. O fruto é uma baga carnuda, com forma, tamanho e coloração variáveis, podendo ser esférica, elíptica, alargada, ovóide e esférica-achatada. A casca pode ser de cor verde claro e/ou ligeiramente acinzentada, amarela ou parda. Outra característica da casca do melão é ser lisa, reticulada ou escriturada. As dimensões dos frutos são muito variáveis, apesar de em geral o diâmetro poder variar entre 15 e 60 cm. A polpa pode ser branca, amarela, creme, alaranjada, salmão ou verde.

As sementes, que ocupam a cavidade central do fruto, inseridas sobre o tecido placentário, são fusiformes, achatadas e de cor branca ou amarela. Em um fruto, podem existir de 200 a 600 sementes. Em um grama de sementes, existem de 22 a 50 sementes, o que se altera em função das variedades (COSTA et al., 2013).

De acordo com Maroto (1995), do hipocótilo da plântula de melão surge o talo principal, que pode se desenvolver amplamente, atingindo até 5 m. Das axilas das folhas do ramo principal, nascem as ramificações secundárias, de onde saem os ramos frutíferos, que apresentam flores femininas ou hermafroditas e flores masculinas.

O interesse pela cultura do melão tem se intensificado nos últimos anos no Brasil, principalmente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde as condições climáticas são ótimas para o desenvolvimento da cultura (intensidade e duração de luminosidade, temperatura alta e precipitações baixas). É uma das principais cucurbitáceas cultivadas no Brasil, tendo no ano de 2009 produzido 402.959 toneladas dessa olerícola, em uma área de 17.559 hectares, sendo os

estados do Rio Grande do Norte e Ceará os maiores produtores nacionais, respondendo juntos por mais de 80% da produção brasileira de melão (SOUZA, 1994; IBGE, 2011).

O melão posiciona-se como a oitava fruta mais produzida no mundo, com 21,7 milhões de toneladas em 2002, e está entre as dez mais exportadas, com mercado internacional estimado em mais de 1,6 milhões de toneladas por ano (FAO, 2003). No mercado nacional, é uma das espécies olerícolas de maior expressão econômica, atingindo 15,8% das exportações brasileiras de frutas frescas em 2002, o que credencia ao país ao 6º lugar em volume de exportações de melão no mundo, respondendo por 7% do total das negociações. As exportações de melão tiveram um crescimento de 116% nos últimos cinco anos, passando de 45,7 mil toneladas em 1997 para 98,74 mil toneladas em 2002, correspondendo a US\$ 37,8 milhões (AGRIANUAL, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2009. p. 371-376.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria e Comércio. São Paulo, 2003.

ALVES, G. S.; TARTAGLIA, F. L.; ROSA, J. C.; LIMA, P. C.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 275–282, 2013.

ALMEIDA, D. **Manual de Culturas Hortícolas**. 2 ed.: editorial presença, 2006. 360p.

ALMEIDA, J. R. G. S.; GUIMARAES, A. G.; SIQUEIRA, J. S.; SANTOS, M. R. V.; LIMA, J. T.; NUNES, X. P.; QUINTANS-JUNIOR, L. J. *Amburana cearensis* - uma revisão química e farmacológica. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 6, p. 1-8, 2010.

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: **Curso para instrutores em manejo e conservação do solo**. Ponta Grossa: Iapar/Emater, p. 123-146, 1989.

ALMEIDA, F. S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1991. (Circular Técnica, 67).

ALMEIDA, F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, 1991.

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, p. 1762-1767, 2009.

ALONSO, J. R. **Tratado de fitomedicina**: bases clínicas e farmacológicas Buenos Aires: ISIS Ediciones, 1998.

ALONSO, J. **Tratado de Fitofármacos e Nutracêuticos**. Rosário/Argentina: Corpus Libros, 2004.

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

ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopátia 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.

AGERBIRK, N.; OLSEN, C. E.; NIELSEN, J. K. Seasonal variation in leaf glucosinolates and insect resistance in two types of *Barbarea vulgaris* ssp. *arcuata*. **Phytochemistry**, v. 58, n. 1, p. 91-100, 2001.

ABREU, J. C.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C.; SOUZA, I. F. Effects of aqueous extracts of *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. on seed germination and seedling growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Allelopathy Journal Haryana**, India, v. 8, p. 73-78, 2001.

ANDRADE-LIMA, D. A. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 149-153, 1981.

BANSAL, G. L.; BHAN, V. M. Status of research on allelopathy and future scope of work in Indian. **Indian Journal of Agricultural Science**, Indian, v. 63, n. 12, p. 769-776, 1993.

BAZIRAMAKENGA, R.; LEROUX, G. D.; SIMARD, R. R. Effects of benzoic and cinnamic acids on membrane permeability of soybean roots. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 21, p. 271-285, 1995.

BENNETT, R.; WALLSGROVE, R. M. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. **New Phytologist**, v. 127, n. 4, p. 617-633, 1994.

BELZ, R. G.; HURLE, K. A novel laboratory screening bioassay for crop seedling allelopathy. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 30, n. 1, p. 75-198, 2004.

BELL, D. T.; KOEPPE, D. E. Noncompetitive effects of giant foxtail on the growth of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 321-325, 1972.

BELL, D. T. The influence of osmotic pressure in test for allelopathy, *Bromus rigidus*, *Adenostoma fascicularum*, *Brassica nigra*. **State Acad. Sci.**, Illinois, v. 67, n. 3, 1974.

BHOWMIK, P. C.; DOLL, J. D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, 1982.

BIENERT, U. **Journal Plant Physiology**, Lancaster, v. p. 130-441, 1987.

BLUM, U.; REBBECK, J. Inhibition and recover of cucumber roots given multiple treatments of ferulic acid in nutrient culture. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 15, p. 917-928, 1989.

BONNER, J.; GALSTON, A. W. Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. **Botanical Gazette**, Chicago, 1944, 106p.

BOAS, E. V. B. V.; CHITARRA, A. B.; MENEZES, J. B. Modificações dos componentes de parede celular do melão Orange Flesh submetido a tratamento pós-colheita com cálcio. **Brazilian Archives of and Tecnology**, v. 41, n. 4, p. 467-474, 1998.

BONNER, J. Further investigation of toxic substances which arise from guayule plants: relation of toxic substances to the growth of guayule in soil. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 107, n. 3, p. 343-351, 1946.

BONNER, J.; GALSTON, A. W. Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 106, n. 2, p. 185-198, 1944.

BONNER, J. The role of toxic substances in the interactions of higher plants. **The Botanical Review**, New York, v. 16, n. 1, p. 51-65, 1950.

BORNER, H. Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. **Botanical Review**, New York, v. 26, p. 393-424, 1960.

BOWERS, M. D. AND N. E. STAMP. Effects of plant age, genotype, and herbivory on *Plantago* performance and chemistry. **Ecology**, v. 74, p. 1778-1791, 1993.

BOWERS, M. D.; COLLINGE, S. K.; GAMBLE, S. E.; SCHMITT, J. Effects of genotype, habitat, and seasonal variation on iridoid glycoside content of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae) and the implications for insect herbivores. **Ecology**, v. 91, p. 201-207, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 mar. 2008. Seção 1, p. 11-14.

BRITO, I. C. A.; SANTOS, D. R. Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macacar. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 129-140, 2012.

BROOKS, J. S.; FEENY, P. Seasonal variation in *Daucus carota* leaf-surface and leaf-tissue chemical profiles. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 769-782, 2004.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. Fortaleza, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. 540p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Primeiro relatório nacional para a convenção sobre a biodiversidade biológica**. Brasília, 1998.

BRAVO J. A.; SAUVAIN, M.; GIMENEZ, T. A.; MUÑOZ, O. V.; CALLAPA, J.; MEN-OLIVIER, L. L.; MASSIOT, G.; LAVAUD, C. Bioactive phenolic glycosides from *Amburana cearensis*. **Phytochemistry**, The International Journal of Plant Chemistry, Plant Biochemistry and Molecular Biology, Pullman, New York, v. 50, p. 71-74, 1999.

BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. 2010. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

BROOKS, J. S.; FEENY, P. Seasonal variation in *Daucus carota* leaf-surface and leaf-tissue chemical profiles. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 769-782, 2004.

BURIN, M. E.; VILHORDO, B. W. Efeito alelopático do extrato de Colza (*Brassica Napus*, L. var. *olifera Metzg*) sobre germinação de sementes de trigo, soja e tomate. **Agronomia Subriograndense**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, 1986.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearensis* A.C. Smith. **Química Nova**, Campinas, v. 29, p. 1241-1243, 2006.

CARMO, F. M. S. BIO-XXX Aleloquímicos e Alterações Celulares. Disponível em: <<http://www.pos.ecologia.ufv.br/Aleloquimicos.html>>. Acesso em: 19 set. 2013.

CARPANEZZI, F. B. **Investigação do potencial alelopático de *Pittosporum undulatum* Vent.** 59f. Dissertação, (Mestre em Ecologia e Recursos Naturais) Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de São Carlos, São Carlos, 2009.

CARVALHO, J. C. T.; TEIXEIRA, J. R. M.; SOUZA, P. J. C.; BASTOS, J. K.; SANTOS-FILHO, D.; SARTI, S. J. Preliminary studies of analgesic and anti-inflammatory properties of *Caesalpinia ferrea* crude extract. **Journal Ethnopharmacol**, The Netherlands, v. 53, p. 175-178, 1996.

CARVALHO, P. E. R. Juazeiro - *Ziziphus joazeiro*. Disponível em: <www.cnpf.embrapa.br>. Acesso em 28 mai. 2013.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. 1993. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CARVALHO, J. C. T, TEIXEIRA, J. R. M.; SOUZA, P. J. C.; BASTOS, J. K.; SANTOS FILHO, D.; SARTI, S. J. Preliminary studies of analgesic and anti-inflammatory properties of *Caesalpinia ferrea* crude extract. **Journal Ethnopharmacol**, The Netherlands, v. 53, p. 175-178, 1996..

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Bandeirante**. 1993. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CARVALHO, P. E. R. Juazeiro - *Ziziphus joazeiro*. EMBRAPA, 2007. (Circular 139).

CASTRO, D. L. L. **Aspectos toxicológicos das plantas medicinais utilizadas no Brasil: um enfoque qualitativo no Distrito Federal**. 2006. 54p. Monografia (Centro de Excelência em Turismo) – Universidade de Brasília. 2006.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. Disponível em: <sac@cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CAVALEIRO, M. G.; FARIAS, D. F.; FERNANDES, G. S.; NUNES, E. P.; CALVACANTE, F. S.; VASCONCELOS, I. M.; MELO, V. M. M.; CARVALHO, A. F. U. Atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., Leguminosae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 586-591, 2009.

CENTENARO, C. et al. Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., **Fabaceae**. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 1b, p. 304-308, 2009.

CHISAKA, H. Weed damage to crops: yield loss due to weed competition. In: FRYER, J. D.; MATSUNAKA, S. (Eds.) **Integrated control of weeds**, Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 1977. p. 1-16.

CHOU, C. H. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. critical reviews. In: **Plant Sciences**, China, v. 18, p. 609-636, 1999.

CONAB - **Conselho Nacional de Abastecimento** (Brasília, DF). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/>>. Acesso em: 20 de nov. 2013.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 108-11, 2011.

COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S.; FARIA, C. M. B.; TAVARES, S. C. C. H.; TERAÑO, D. (2000). **Cultivo do Melão**, Petrolina, Embrapa semi-árido. 2000. 67p. (Circular técnica 59).

COOPER-DRIVER, G. A.; FINCH, S.; SWAIN, T.; BERNAYS, E. Seasonal variation in secondary plant compound in relation to the palatability of *Pteridium aquilinum*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 5, p. 211-218, 1977.

CORRÊA, M. F. P.; MELO, G. O.; COSTA, S. S. Substâncias de origem vegetal potencialmente úteis na terapia da Asma. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18 (Supl.), p. 785-797, 2008.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P.C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.

COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S.; FARIAS, C. M. B.; TAVARES, S. C. C. H.; TERAÑO, D. Cultivo do melão. Petrolina. EMBRAPA-CPATSA. 2000.

COUTINHO, L. M.; HASHIMOTO, F. Sobre o efeito inibitório da germinação de sementes produzido por folhas de *Calea cuneifolia* D. C. Barretos. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 23, p. 759-764. 1971.

COZZOLINO, S. **Nutracêuticos: o que Significa?** Disponível em: <www.abeso.org.br>. Acesso em: 29 ago. 2013.

CRUZ-ORTEGA, R.; ANAYA, A. L.; HERNÁNDEZ, B. E. ; LAGUNA, G. Effects of allelochemical stress produced by *Sicyos deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* and *Cucurbita ficifolia*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, p. 2039-2057, 1998.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 62-68, 2008.

CRUZ, F. A. B. A importância do cultivo do milho na sustentabilidade do agronegócio. Disponível em: <<http://www.fundacaoba.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2013.

CUNHA, E. V. L.; DIAS, C.; BARBOSA-FILHO, J. M.; GRAY, A. I. Eryvellutinone, an isoflavone from the stem bark of *Erythrina vellutina*. **Phytochemistry**, New York, v. 43, p. 1371-1373, 1996.

DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L.; INDERJIT. Allelopathy: one component in a multifaceted approach to ecology. In: INDERJIT; DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L. (Eds.) **Principles and practices in plant ecology**, Boca Raton, CRC Press, 1999. 314p.

DARROW, K.; BOWERS, M. D. Phenological and population variation in iridoid glycosides of *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 25, p. 1-11, 1997.

DEGANE, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. **Cromatografia um breve ensaio**. Disponível em: <www.neplame.univasf.edu.br>. Acesso em: 03 out. 2013.

DE SÁ, M. C.; PEIXOTO, R. M.; KREWER, C. C.; ALMEIDA, J. R. G. S.; VARGAS, A. C.; COSTA, M. M. Atividade antimicrobiana de extratos etanólicos do bioma Caatinga contra bactérias gram-negativas e positivas. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 18, n. 2/3, p. 62-66, 2011.

DIAS, C. C. Paiuhy: das origens a nova capital. Teresina: Nova Expressão, 2008. p. 324-333. EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 53, n. 1-3, p. 187-204, 1997.

DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; MARIOT, A.; SANTOS, C. M. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2002. 604 p.

DUARTE, J. O. **Introdução e importância econômica do milho**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 07 out. 2013.

EINHELLIG, F. A. Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action. In: Congresso brasileiro de fisiologia vegetal, 5., 1995, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 59-74, 1995.

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

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

ELGORASHI, E. E.; DREWES, S. E.; STADEN, J. V. Organ-toorgan and seasonal variation in alkaloids from *Crinum macowanii*. **Fitoterapia**, Milan, v. 73, p. 490-495, 2002.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>>. Acesso em: 07 out. 2013.

EMPERAIRE, L. Végétation et gestion des ressources naturelles dans la caatinga du sud-est du Piauí (Brésil). **Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles**, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1989. 378p.

EVENARI, M. Germination inhibitors. **Botanical Review**. New York, v. 15, n. 3 p. 153-194, 1949.

FAINI, F.; LABBÉ, C.; COLL, J. Seasonal changes in chemical composition of epicuticular waxes from the leaves of *Baccharis linearis*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 27, n. 7 p. 673-679, 1999.

FAO 2003 (Rome, Italy). Base de dados agrícolas FAOSTAT: Cultivos Primários, **Melão Produção**. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en>>. Acesso em: 20 out. de 2013.

FAO. 2012. Trade. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 30 ago. 2013.

FEENY, P. P.; BOSTOCK, H. **Seasonal changes in the tannin content of oak leaves**; **Phytochemistry**, New York, v. 7, n. 5, p. 871-880, 1968.

FELIX, R. A. Z.; **Efeito alelopático de extratos de *amburana cearensis* (fr. all.) a.c. Smith sobre a germinação e emergência de plântulas**. 2012. 90p. Tese (Doutorado em ciências biológicas (Botânica), AC: Fisiologia Vegetal)- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERI, C. Efeitos Alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 138-140, 2007.

FELIX, R. A. Z. **Mobilizacao de reservas orgânicas em sementes tratadas com extratos de *amburana cearensis* (fr. all.) a.c. Smith**. 2011. 96p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, (Botânica), AC: Fisiologia Vegetal)- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2011.

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

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; RODRIGUES, J. D.; FERRARESE FILHO, O. Carbohydrate and lipid status in soybean roots influenced by ferulic acid uptake. **Acta Physiologiae Plantarum**, New York, v. 23, p. 421-427, 2001.

FERRARESE, M. L. L.; SOUZA, N. E.; RODRIGUES, J. D.; FERRARESE - FILHO. Ferulic acid uptake by soybean root in nutrient culture. **Acta Physiologiae Plantarum**. New York, v. 22, p. 121-124, 2000.

FEY, R.; SCHULZ, D. G.; DRANSKI, J. A. L.; JÚNIOR, J. B. D.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Identificação e interferência de plantas daninhas em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 955-961, 2013.

FIGUEREDO, C. A. a. **Fitoterapia**. NEPHF, João Pessoa - UFPB, 2008.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão Caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio Norte, Teresina, 84p. 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 12, p. 1369-1372, 1983.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 9, p. 235-240, 2008.

FRUTTILANDIA. Melon. Grupo Conero. Villanova di Castenaso. Disponível em: <<http://www.conerpo.com>>. Acesso em 08 out. 2013.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esparanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 18, 2004.

- GONZALEZ, V.; NIMBAL, C. I.; WESTON, L. A.; CHENIAE, G. M. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by sorgoleone, a natural product. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 1415- 1421, 1998.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GRACE, S. C.; LOGAN, B. A.; ADAMS III, W. W. **Plant Cell Environ**, v. 21, p. 513, 1998.
- GRANKHOV, V. P.; DIDYK, N. P. Phytocenotics approach in allelopathy of higher plants. In: WORLD CONGRESS ON ALLOPATHY, 1, 1996, Cádiz – Spain. **Annales...** Cádiz: Sapin, p. 52, 1996.
- GRANJEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BRAZ, L.T.; GONÇALVES, F. C. **Cultivo de melão amarelo**. Jaboticabal: Cecílio Filho, A. B., 2002. 30p.
- GRESSEL, J. B.; HOLM, L. G. Chemical inhibition of crop germination by weed seed and the nature of the inhibition by *Abutilon theophrasti*. **Weed Research**, v. 4, p. 44-53, 1964.
- GRIEVE, M. Melons. In: Botanical.com home page. Lincoln, 1995. Disponível em: <<http://www.botanical.com>>. Acesso em: 08 out. 2013.
- GUSMAN, G. S.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, p. 119-125, 2008.
- GUENZI, W. D.; MCCALLA, T. M.; NORSTAD, F. A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. **Agronomy Journal**, Madison, v. 59, p. 163-166, 1967.
- HARTMANN, T. Global harmonization of herbal health claims. **Entomologia Experimentalis Applicata**. v. 80, p. 177-179, 1996.
- HEGDE, R. S.; MILLER, D.A. Allelopathy and autotoxicity in alfafa: characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 6, p. 1255-1259, 1990.
- HENDRIKS, H.; ANDERSON-WILDEBOER, Y.; ENGELS, G.; BOS, R.; WOERDENBAG, H. J. The Content of Parthenolide and its Yield per Plant During the Growth of *Tanacetum parthenium*. **Planta Medica**, New York, v. 63, p. 356-359, n. 4, 1997.

HERBARIUM. **Net**. Disponível em: <<http://www.herbarium.net>>. Acesso em: 29 ago. 2013.

HETZEL, S. Com preço alto, área do feijão deve crescer. In: AGRIANUAL 2009: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2009. p. 312-313.

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**, Madson, v. 29, p. 1057-1061, 1989.

HOGEDAL, B. D.; MOLGAARD, P. HPLC analysis of the seasonal and diurnal variation of iridoids in cultivars of *Antirrhinum majus*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 28, p. 949-962, 2002.

HORST, M.A.; F. M. LAJOLO. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In. Cozzolino, S. M. F. - Biodisponibilidade de Nutrientes, 2012, p. 879-914.

HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E. J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. **Current Opinion in Biotechnology**. Amsterdam, v. 13, p. 497-507, 2002.

IAS. International Allelopathy Society. **Constitution and Bylaws**. Disponível em: <www.allelopathyjournal.org>. Acesso em: 30 set. 2013.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2012. Produção Agrícola Municipal. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2013.

IBGE. Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 maio 2013.

INDERJIT, DAKSHINI, K. M. M. **The nature of interference potencial of *Pluchea lanceolata* (DC) C.B. Clarke (Asteraceae)**. Pl. Soil 122, 1990.

INDERJIT, DAKSHINI, K. M. M. Formononetin 7-O-glucoside (ononin), an additional growth inhibitor in soils associated with the weed, *Pluchea lanceolata* (DC) C.B. Clarke (Asteraceae). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 18, n. 5, p. 713-718, 1992.

INDERJIT; DEL MORAL, R. Is separating resource competition from allelopathy realistic. **The Botanical Review**. New York, v. 63, p. 221- 227, 1997.

INOUE, M. H. A história da alelopatia no Brasil - revisão. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, Viçosa, v. 16, n. 2, 2010.

JALAL, M. A. F.; READ, D. J.; HASLAM, E. Phenolic composition and its seasonal-variation in *Calluna vulgaris*. **Phytochemistry**, New York, v. 212, p. 1397-1401, 1982.

KAPLAN, M. A. C.; FIGUEIREDO, M. R.; GOTTLIEB, O. R. Variation on cynogenesis in plants with season and insect pressure. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 11, p. 367-370, 1983.

KHALID, S.; AHMAD, T. e SHAD, R. A. et al. Use of Allelopathi in Agriculture. **Asian Journal of Plant de Sciences**, New York v. 1, n. 3, p: 292-297, 2002.

KIM, S. K.; SAKAMOTO, I.; MORIMOTO, K.; SAKATA, M.; YAMASAKI, K.; TANAKA, O. Seasonal variation of saponins, sucrose and monosaccharides in cultivated ginseng roots. **Planta Medica**, New York, v. 42, n. 6, p.181-186, 1981.

KOZLOWSKI, L. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KOZLOWSKI, L. A. *et al.* Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KRARUP, H. C.; KONAR, E. P. Hortalizas. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001. Disponível em: <http://www.cl/sw_educ/hortalizas/html/index.html>. Acesso em: 08 out. 2013.

KUKIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da universidade de Brasília. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

KUTCHAN, M. T. Ecological Arsenal and Developmental Dispatcher. The Paradigm of Secondary Metabolism **Plant Physiology**, Lancaster, v. 125, n. 1, p. 58-60, 2001.

LANGYINTUO, A. S.; LOWENBERG-DEBOER, J.; FAYE, M.; LAMBERT, D.; IBRO, G.; MOUSSA, B.; KERGA, A.; KUSHWAHA, S.; MUSA, S.; NTOUKAM, G. Cowpea supply and demand in West and Central Africa. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 82, n. 2-3, p. 215-231, 2003.

LARCHER W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1986. 319 p. (Circular Técnica Número 20. Fisiologia da Planta de Milho, Embrapa, 27p.

LEITE, C.; Bioma Caatinga. Disponível em: <www.ibflorestas.org.br>. Acesso em: 01 out. 2013.

LEMOS, J. R.; MEGURO, M. Florística e fitogeografia da vegetação decidual da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 34-43, 2010.

LINDROTH, R. L.; HSIA, M. T. S.; SCRIBER, J. M. Characterization of phenolic glycosides from quaking aspen. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 15, p. 681-686, 1987.

LIMA, G. A. Cultura do milho. 1 ed. Lavras da Mangabeira: Fortaleza, 1976. 153p.

LIRA, R. S.; DANTAS, I. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS, M. J. B.; LIRA, V. M.; CARNEIRO, P. T. Diagnóstico paisagístico do Parque da Criança em Campina Grande, PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 1-23, 2004.

LIMA, R. A.; HERNANDEZ, A. E. F.; SANTOS, M. R. A.; PIRES, L. S. dos S. Compostos secundários: óleos essenciais e suas propriedades. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 21 dez. 2013.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LORENZI, H. E. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed., v.1. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2008. 384p.

LOVETT, J. V. **Alternatives to chemical control of weeds**. Proc. Inter. Conf., FRI, ROTOURAS, N. Z. July, 1989, Ministry of Forestry, FRI, N. Z., 1990.

LOVETT, J. V. Allelopathy and self-defense in plants. **Australian Weeds**. Austrália, v. 2, p. 33-35, 1982.

LUU, K. T.; MACTHES, A. G., PETERS, E. J. Allelopathic effects of tall fescue on birdsfoot trefoil as influenced by N fertilization and seasonal changes. **Agronomy. Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p. 805-808, 1982.

MACEDO CS. 2010. Efeito inseticida de vicilinas isoladas de sementes de *Erythrina velutina* em condições de semi-campo para moscas das frutas (*Ceratitis capitata*). Natal: UFRN 75p. (Dissertação).

MACIAS, F. A.; GALLINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G. 2000 **Plant biocommunicators: Application of allelopathic studies**. In: Years of Natural Products Research Past, Present and Future, Ed Teus J.C. Luijendijk, Phytoconsult.

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

MARASCHIN-SILVA F; ÁQUILA MEA. 2005. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. Iheringia, Série Botanica 60, p. 91-98.

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

MARÉCHAL, R.; MASCHERPA, J. M.; STAINIER, F. Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, Geneve, v. 28, p. 1-273, 1978.

MARIZ, G. **Contribuição ao estudo ecológico e farmacognóstico de quatro plantas características da zona da caatinga (*Zizyphus juazeiro* Mart.; *Maytenus rígida* Mart.; *Spondias tuberora* Arr. Cam.; *Amburana cearensis* (Fr. All.) Smith).** Universidade de Recife, Recife, 1953 (Tese de Livre Docência).

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, p. 555-560, 1990.

MAROTO, J. V. **Horticultura herbácea especial.** Madrid: Ediciones Mundi – Prensa, 1995. 611p.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais:** Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. Fortaleza, UFC, 2007. 365p.

MATOS, F. J. A. **Plantas Medicianais:** guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no noredeste do brasil. 3. ed. Fortaleza: Imprensa universitária, 2007. 394p.

MAY, D.; OLIVEIRA, C. M. R.; ROCHA, L. D.; MARANHO, L. T. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 180-186, 2011.

MAY, F. E., ASH, J. E. An assessment of the allelopathic potential of *Eucalyptus*. **Australian Journal Botany**. Australia. v. 38, 1990.

MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: Importância e suas aplicações. **Horti Sul**. v. 1, p. 27-32, 1990.

MENEGUETTI, Q. **A tendência à utilização de produtos sustentáveis no setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos**. Solabia, 2007.

MENKOVIC., N.; SAVIKIN-FODULOVIC., K.; SAVIN, K. Chemical composition and seasonal variations in the amount of secondary compounds in *Gentiana lutea* leaves and flowers. **Planta Medica**. v. 66, n. 2, p. 178-180, 2000.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 854-859, 1996.

MILLER, D. A. Allelopathic effects of alfafa. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 9, n. 81, 1983.

MOROUELLI, W. A.; PINTO, J. M.; SILVA, W. L. C.; MEDEIROS, J. F. **Irrigação do meloeiro**. Apostila distribuída no “I Curso sobre o cultivo de melão”, Embrapa/ Cpatas, Petrolina, 27 a 28 de novembro de 2000.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetation composition. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v. 93, p. 332-351, 1966.

MULLER, C. H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetatio**, v. 18, p. 348-357, 1969.

MUTO, Y.; NINOMIYA, M.; FUJIK, H. Presentstatus research on câncer chemoprevention in Japan. **Japanese Journal. of clinical Oncology**, Oxford, v. 64, p. 370, 1998.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetation composition. Bull. Torrey Bot. Club., v. 93, p. 332-351, 1966. RICE, E. L. Allelopathy. 2.ed. New York: Academic Press, 1984. 422p.

MULLER, C. H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetatio**, v. 18, p.348-357, 1969.

MUTO, Y.; NINOMIYA, M.; FUJIK, H. Presentstatus research on câncer chemoprevention in Japan. **Japanese Journal. of clinical Oncology**, v. 64, p. 370, 1998.

MULLER, C. H. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetation composition. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 93, p. 332-351, 1966.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 21, p. 835-845, 2007.

NDAMBA, J.; LEMMICH, E.; MOLGAARD, P. Investigation of the diurnal, ontogenetic and seasonal variation in the molluscicidal saponin content of *Phytolacca dodecandra* aqueous berry extracts. **Phytochemistry**, New York, v. 35, p. 95-99, 1994.

NEGRI, G.; OLIVEIRA, A. F. M.; SALATINO, M. L. F.; SALATINO, A. Chemistry of the stem bark of *Amburanacearensis* (Allemão) (A.C.S.M.). **Planta Medica**, New York, v. 6, p. 1-4, 2004.

NEIS, J.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Alelopatia de folhas de *Coleus barbatus* sobre o desenvolvimento de sementes de trigo. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v. 6, n. 2, p. 122-134, 2013.

NICOLAI, M. et al. Aplicação conjunta de herbicidas e inseticidas na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 413-420, 2006.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. C.; MAIA, S. S. S.; PORTO, F. E. P.; FILHO, S. M. Potencial alelopático do extrato aquoso de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 252-257, 2013.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. C.; MAIA, S. S. S.; PORTO, F. E. P. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferreana* germinação de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1397-1403, 2012.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 480-483, 2012.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Alelopatia em extratos de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 23, n. 4, p. 1186-1189, 2009.

OLIVEIRA, O. F. Algumas árvores do Município de Mossoró. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1976.

PADULOSI, S.; NG, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata*(L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAL, L. E. N. (Ed.). **Advances in cowpea research**. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture; Tsukuba: Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 1997. p. 1-12. Trabalhos selecionados do Second World Cowpea Research Conference, 1995, Accra, Ghana.

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.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Circular técnica, p. 1679-1150- EMBRAPA. 2006.

PASQUA, I. C. Plantas hortícolas não convencionais: seus potenciais nutracêuticos e medicinais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 4061- 4073, 2009.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. São Paulo: Fundação Cargil, 1978.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, 1999. p. 429-485.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PIMENTEL, R. M. de M. **Plantas medicinais, riqueza do bioma**. Disponível em: <www.ihuonline.usinos.br>. Acesso em: 01 out. 2013.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: **Agropecuária**, Viçosa, p. 145-185, 2001.

PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T.; FARIA, T. C. L.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, p. 55-65, 2001.

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

PITAREVIC, I.; KUFTINEC, J.; BLAEVIC, N.; KUSTRAK, D.; **Jornal of Natural. Products**, v. 47, p. 409, 1984.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1984. p. 37.

PONS, A.; BRESOLIN, M. **A Cultura do milho, trigo e soja**. Porto Alegre, n. 57, p. 6-31, 1981.

PRADO, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. In Ecologia e conservação da Caatinga (LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.). Editora Universitária, UFPE, Recife, p. 3-73.

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.

PURVIS, C. E. Allelopathy: a new direction in weed control. **Plant Protection Quart**, v. 55, p. 55, 1990.

PUTNAM, A. R.; TANG, Chung-Shih. Allelopathy: state of the science. In: **The Science of Allelopathy**, Toronto: John Wiley e Sons, 1986.

PUTNAM, A. R. **In Weed Physiology. Reproduction and Ecophysiology**. ed. SO Duke, v. 1., CRC. Prees, Boca Raton, Florida, 1985.

PUTNAM, A. R.; TANG, Chung-Shih. Allelopathy: state of the science. In: **The Science of Allelopathy**. Toronto: John Wiley e Sons, 1986.

QIMING, X.; HAIDONG C.; HUIXIAN, Z.; DAQIANG, Y. Allelophatic activity of volatile substance from submerged macrophytes on *Microcystinaeruginosa*. **Acta Ecologica Sinica**, v. 26, n. 11, p. 3549-3554, 2006.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana: Editora Universitária da UEFS, 2009. 443p.

RABELO, L. A.; AGRA, M. F.; CUNHA, E. V. L.; SILVA, M. S.; BARBOSA FILHO, J. M. Homohesperetin and phaseollidin from *Erythrina velutina*, **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, p. 543-544, 2001.

RAVENTÓS, J.; SILVA, J. F. Competition effects and responses to variable t numbers

ofneighbours en two tropical savanna grasses in Venezuela, **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 39-52, 1995.

RAZAVI, S. M. Plant coumarins as allelopathics agents. **International Journal of Biological Chemistry**, Pakistan, v. 5, n. 1, p. 86-90, 2011.

RÊGO JÚNIOR, N. O. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 50-57, 2011.

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

REYES, A. 2008. Trilhas da ESALQ: árvores úteis: *Erythina velutina* Wild. Disponível em: <www.esalq.usp.br>. Acessado: 05 out. 2013.

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

RICE, E. L. **Allelopathy**: an update. New York The Botanical Review, Bronx, v. 45, 1979.

RICE, E. L. **Allelopathic**. New York: Academic Press, 1974. 353p.

RICE, E. L. **Allelopathy**: an update. The Botanical Review, Bronx, v. 45, 1979.

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

RICE, E. L. Allelopathy: an overview. In: WALLER, G. R. **Allelochemical**: role in agriculture and forestry. Washington: American Chemical Society. p. 7-22, 1987.

RIVEIRO, M. E.; DE KIMPE, N.; MOGLIONI, A.; VÁZQUEZ, R.; MONCZOR, F.; SHAYO, C.; DAVIO, Coumarins: old compounds with novel promising therapeutic perspectives. **Current Medicinal Chemistry**, Buenos Aires, p. 17, n. 13, p. 1325-1338, 2010.

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 e Hall, 1992. 480p.

ROBINSON, T. Metabolism and function of alkaloids in plants. **Science**, Washington, v. 184, p. 430-435, 1974.

RODAL, M. J. N. 1992. Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 224p.

RODMAN, J. E.; LOUDA, S. M.; Seasonal flux of isothiocyanate-yielding glucosinolates in roots, stems and leaves of *Cardamine cordifolia*, **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 13, p. 405, 1985.

RODRIGUES, L. R. A.; ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. **Alelopatia em forrageiras e pastagens**. In: II Simpósio sobre ecossistema de pastagens, 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993.

RODRIGUES, I. M. C.; SOUZA FILHO, A. P. S., FERREIRA, F. A.; DEMUNER, A. J. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.

ROCA-PÉREZ, L.; BOLUDA, R.; GAVIDIA, I.; PÉREZ-BERMÚDEZ, P. **Phytochemistry**, New York, v. 65, p. 1869, 2004.

SAKAMOTO, H. T.; GOBBO-NETO, L.; CAVALHEIRO, A. J.; LOPES, N. P.; LOPES, J. L. C. **Journal of the brazilian chemical society**, v. 16, p. 1396, 2005.

SALMINEN, J. P.; OSSIPOV, V.; HAUKIOJA, E.; PIHLAJA, K. **Phytochemistry**, New York, v. 57, p. 15, 2001.

SALVADOR, C. A. **Feijão: Análise da Conjuntura Agropecuária**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento-SEAB, 2012.

SARLI, A. E. **Tratado de horticultura**. 2 ed. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1980. p. 404-412.

SCHIEDECK, G. Aproveitamento de Plantas Bioativas: Estratégia e Alternativa para a Agricultura Familiar. **Revista Cultivar**. Embrapa Clima temperado, 2008.

SCHWOB, I.; BESSIERE, J. M.; MASOTTI, V.; VIANO, J. Changes in essential oil composition in Saint John's wort (*Hypericum perforatum* L.) aerial parts during its phenological cycle. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 735- 745, 2004.

SCHMIDT, T. J.; BOMME, U.; ALFERMANN, A. W. Sesquiterpene Lactone Content in Leaves of in vitro and Field cultivated *Arnica Montana*. **Planta Medica**, New York, v. 64, n. 3, p. 268-270, 1998,

SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathy interactions. **Agronomy Journal**, Madson, v. 88, n. 6, p. 876-885, 1996.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L.; ALBUQUERQUE, R. C. **Alelopatia de plantas daninhas sobre mamona**. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br>>. Acesso em: 20 set. 2013.

SILVA, Z. L. **Alelopatia e defesa em plantas**. Boletim Geografico, Rio de Janeiro, v. 36, p. 258-259, 1978.

SILVA, S. P. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Nobel, 2001. 230p.

SILVA, E. T. Agencia de Informação Embrapa Feijão. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 07 Out. 2013.

SILVA, W. A. **Potencial alelopático de extratos do cumaru (*Amburana cearensis* 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.)**. Patos: UFCG, 2007. 62p. Dissertação Mestrado.

SILVA, W. A.; NOBRE, A. P.; LEITE, A. P.; SILVA, M. do S. C.; LUCAS, R. C.; RODRIGUES, O. G. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Amburana cearensis* A. Smith na germinação e crescimento de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos, v. 2, n. 1, p. 40-54, 2006.

SILVA, C. P.; CAMARGO, B. F.; ROCHA, A. P. Efeitos alelopáticos de diferentes espécies de plantas do cerrado sul-matogrossense. Disponível em: <<http://www.aems.com.br>>. Acesso em: 17 set. 2013.

SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. **Constituintes micromoleculares de plantas do nordeste com potencial farmacológico**: com dados de RMN 13C. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2005. 216p.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 20-27, 2012.

SIMÕES, O. C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia. Da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis. Editora da UFSC/ Editora da Universidade UFRGS. 2002, 833p.

SINGH, B. B. Recent progress in cowpea genetics and breeding. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 752, p. 69-76, 2007. Edition of the Proceedings of the International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes, Hyderabad, India, Sep. 2007.

SMARTT, J. **Grain legumes: evolution and genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 333p.

SMITH, A. E.; MARTIN, D. L. Allelopathy characteristic of three crop-season grass in the forage ecosystem. **Agronomy Journal**, Madison, v. 8, n. 2, 1994.

SMITH, A. E.; MARTIN, D. L. Allelopathic characteristics of three cool-season grass in the forage cosystems. **Agronomy Journal**, Madison, v. 8, n. 2, p. 243-246, 1994.

SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (*Lactuca sativa* cv. “Grand rapids”) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 180-197, 2000.

SOUSA, F. C. F.; MELO, C. T. V.; CITÓ, M. C. O.; FÉLIX, F. H. C.; VASCONCELOS, S. M. M.; FONTELES, M. M. F.; BARBOSA-FILHO, J. M.; VIANA, G. S. B. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, p. 642-654, 2008.

SOUZA, M. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E. Tecnologia Pós-Colheita e Produção de Melão no Estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 188-190, 1994.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *eucalyptus grandis* sobre a germinação de *lactuca sativa* L (alface) e *phaseolus vulgaris* L.(feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC)**, Avaré, v. 3, n. 2, p. 1-6. 2013.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: principios basicos e aspectos gerais**. Belem: Embrapa Amazonia Oriental, 2002.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) **Planta Daninha**, Viçosa, v. 1, n. 3, p. 343-354, 2003.

SPRING, O.; SCALBERT, A. Databases on Food phytochemicals and their health-promoting effects. **Journal of agricultural and food chemistry**, New York, v. 59, p. 43-48, 2011.

SPRING, O.; BIENERT, U. Should we be concerned about herbal remedies. **Journal of Plant Physiology**, v. 130, p. 441-443, 1987.

STOWE, L. G. Allelopathy and its influence on the distribution of plants in Illinois old field. **Journal of Ecology**, v. 67, 1979.

TABARELLI, M.; SILVA J. M .C. 2003. **Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M. J.; SILVA , M. C. Ecologia e Conservação da Caatinga. p. 777-796. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

TIGRE, C. B. **Silvicultura para as matas xerófilas**. 1 ed Fortaleza: DNOCS, 1968. 175p.

TUKEY JUNIOR, H. B. **Implications of allelopathy in agricultural plant science**. **Botanical Review**, Bronx, v. 35, n. 1, 1969.

VAUGHAN, D.; ORD, B. Influence of phenolic acids on morphological changes in roots of *Pisumsativum*. **Journal of Science Food and Agricultural**, v. 25 p. 89-99, 1990.

VELINI, E. D. Interferência entre plantas daninhas e cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., 1997, Dourados. **Resumos...** Dourados, 1997, p. 29-49.

VERDCOURT, B. Studies in the leguminosae: papilionoideae for the 'Flora of tropical East Africa'. **Kew Bulletin**, London, v. 24, p. 507-569, 1970.

VICKERY, M. L.; VICKERY, B. **Secondary plant metabolism**. London: Mc Millan, p. 335, 1981.

VILHORDO, B. W.; BURIN, M. E.; GARDOLFI, U. H. BARNI, N. A. GOMES, J. E. S.; GONÇALVES, J. C. Efeito alelopático da Colza, *Brassic napus* L. var. oleífera Metzg. Na rotação e sucessão trigo e soja, **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 21, n. 1. p. 55-64, 1995.

VIRTUOSO, S.; DAVET, A.; DIAS, J. F. G.; CUNICO, M. M.; MIGUEL, M. D.; OLIVEIRA, A. B.; MIGUEL, O. G. Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, p. 137-142, 2005.

VIVANCO, J. M. et al. Biogeographical variation in community response to root allelochemistry: novel weapons and exotic invasion. **Ecology Letters**, Oxford, v. 7, p. 285-292, 2004.

WARDLE, D. A. Allelopathic in New Zealand pasture grassland ecosystem. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, Nova Zelândia, v. 15, p. 243-255, 1987.

WATERMAN, P. G.; MOLE, S. **Insect-plant interactions**. 1 ed. Boca Raton: CRS Press, 1989. 14p.

WESTON, L. A. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. **Agronomy. Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 860-866, 1996.

WEIR PARK, T. L., VIVANCO, J. M.. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Plant Biology**, v. 7, n. 4, p. 472 - 479. 2004.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemicals: chemical interaction between species. **Science**, v. 171, n. 3973, p. 757-770, 1971.

WILT, F. M.; MILLER, G. C. Seasonal variation of coumarin and flavonoid concentrations in persistent leaves of wyoming big sagebrush (*Artemisia*

tridentate sp. *wyomingensis*: Asteraceae), **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 20, p. 53-67 1992.

YUNES, R. A.; CECHINEL FILHO, V. Breve análise histórica da química de plantas medicinais: sua importância na atual concepção de fármaco segundo os paradigmas ocidental e oriental. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. **Planta Medicinais Sob a Ótica da Química Medicinal Moderna**. Chapecó: Argos, 2001, p. 17-46.

ZIDORN, C.; STUPPNER, H. Evaluation of chemosystematic characters in the genus *Leontodon*, **Taxon**. v. 50, p. 115, 2001.

CAPÍTULO II

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE JUAZEIRO

(*Ziziphus joazeiro* MART.)

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi avaliar a atividade de extratos de folhas e sementes do juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) na emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L), e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.). A montagem dos bioensaios foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, e o preparo dos extratos secos e aquosos foi realizado no Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, nos meses de novembro de 2011 a abril de 2012. As espécies teste foram sementes de milho, melão e feijão-caupi e os extratos foram compostos de sementes e folhas de juazeiro. O trabalho experimental foi formado por seis experimentos, onde cada extrato bruto (1%) e suas diluições (0,5; 0,25; 0,125%), testados em cada espécie alvo, correspondiam a um experimento (E1, E2, E3 - extratos de semente de juazeiro no milho, melão e feijão-caupi e E4, E5, E6 - extratos de folhas de juazeiro no milho, melão e feijão-caupi. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições com vinte sementes. Os tratamentos foram compostos das concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, correspondentes de cada extrato. O comportamento das espécies teste diante dos extratos foi aferido analisando-se as características porcentagem e índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais, matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz e número de raiz no milho. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade, analisadas pelo programa estatístico SISVAR. Ao final das avaliações, percebeu-se que o extrato de semente e folhas de juazeiro em suas maiores concentrações, no geral, provocaram interferência negativa no desenvolvimento das plântulas de feijão-caupi, melão e milho.

Palavras chave: Atividade biológica, *Zea mays* L., *Cucumis melo* L., *Vigna unguiculata* L. Walp.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF SEEDS AND LEAVES OF JUAZEIRO
(*Ziziphus joazeiro* MART.)

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the activity of the extract of juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) leaves and seeds on the emergence and development of seeds of corn (*Zea mays* L.), melon (*Cucumis melo* L) and cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.). The preparing of bioassays was developed on Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, and the preparation of dry and aqueous extracts was accomplished on Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, from November 2011 to April 2012. The litmus species were seeds of corn, melon and cowpea and the extracts were composite by seeds and leaves of juazeiro. The experimental was formed by six experiments, in which each crude extract (1%) and its dilutions (0.5, 0.25, 0.125%), tested in each litmus species, corresponded to an experiment (E1, E2, E3 - extracts of juazeiro seeds on corn, melon and cowpea and E4, E5, E6 - extracts of leaves of juazeiro on corn, melon and cowpea. The statistical design was completely randomized blocks with four replications with twenty seeds. The treatments were composite by concentrations 1, 0.5, 0.25, 0.125 and 0%, corresponding to each extract. The behavior of litmus species before the extracts was tested through the analysis of the characters percentage and emergence speed index, percentage of normal seedlings, dry matter, aerial part length and root and number of root on corn. The averages were compared by Tukey test, at 5% probability, analyzed by the statistical program SISVAR. In the end of the evaluations, it was possible to observe that extract of seeds and leaves of juazeiro in their greater concentrations, in general, provoked negative interference on the development cowpea, melon and corn seeds.

Keywords: Biological activity, *Zea mays* L., *Cucumis melo* L., *Vigna unguiculata* L. Walp.

1. INTRODUÇÃO

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) é uma árvore frondosa, de tronco com ramos armados de fortes espinhos e ampla copa quase sempre verde, mesmo em época de estiagem. *Z. joazeiro* é típica do sertão nordestino, podendo ser encontrada do Piauí ao norte de Minas Gerais, nas caatingas e campos abertos do polígono da seca (MATOS, 2007; LORENZI, 2008).

A espécie tem as seguintes definições (juazeiro, joazeiro, joá, juá, juá-fruta, juá- espinho e laranjeira-de-vaqueiro) e grande potencial econômico, sendo usada na ornamentação (LORENZI, 2008), na medicina popular, na fabricação de sabão e dentífricil e na indústria madeireira (BRAGA, 1976), além de sua importância na proteção das margens dos cursos d'água, integrando as matas ciliares (MEUNIR, 2008).

A literatura etnofarmacológica refere-se ao uso do cozimento das cascas do *Z. joazeiro* no tratamento de doenças do fígado, dor de cabeça, tosse seca, bronquite, dor de garganta, problemas urinários, remédio contra caspa e tônico capilar, alívio dos sintomas da dispepsia, má-digestão e úlcera do estômago, além do tradicional emprego da “raspa do juazeiro” na limpeza dos dentes como altamente eficiente na completa remoção da placa dental microbiana, quando comparada à ação dos dentífrícios comerciais, o que significa maior proteção contra a cárie e o mau hálito (MATOS, 2007). Também há registro da atividade antifúngica, bactericida e antioxidante da entrecasca do juazeiro (ALVIANO et al., 2008; NUNES et al., 1987; NISAR et al., 2007).

O estudo da capacidade de interferência de algumas plantas sobre outras populações adjacentes não é recente e foi descrito a primeira vez pelo pesquisador Hans Molisch em 1937, que definiu esta interferência como fenômeno alelopático (FELIX, 2012).

A alelopatia é um fenômeno químico-ecológico no qual organismos competidores produzem substâncias químicas que inibem o crescimento dos membros da sua própria espécie ou de outras espécies. Essa interação, que parece

um tipo de guerra química, pode ser encontrada em microrganismos e plantas (HAVEN, 2007).

Alguns estudos com plantas arbóreas da caatinga foram desenvolvidos a fim de averiguar os efeitos que seus compostos secundários, quando postos no ambiente, provocam sobre a germinação, crescimento e desenvolvimento de plântulas testes.

Os estudos de Brito et al. (2012) testando extrato aquoso de ramos de marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.) e jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd); de Oliveira et al. (2012) ao analisarem o efeito alelopático de diferentes órgãos do Mulungu (*Erythrina velutina* Willd); de Silva et al. (2007) ao estudarem os efeitos de extratos aquosos de diferentes órgãos de *Amburana cearencis*; de Souza et al. (2007) ao pesquisarem a influência do extrato aquoso de folhas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi); e de Coelho et al. (2011) ao avaliarem a atividade alelopática de extratos de semente de juazeiro (*Ziziphus juazeiro* Mart) confirmam que extratos de plantas da Caatinga apresentam elevada atividade biológica sobre as espécies alvo.

Por esta razão, estudiosos têm despertado sua atenção cada vez mais na busca de novas espécies que expressem esta característica, tendo em vista sua importância para o sucesso da implantação de sistemas agrosilvipastoris (BRITO et al., 2012), bem como seu emprego na síntese de novos bioensetisidas, compostos de origem vegetal que surgem como uma estratégia promissora, eficiente e ambientalmente segura para reduzir a população de pragas (GARCEZ et al., 2013).

Considerando o potencial que o *Z. joazeiro* apresenta, o presente trabalho teve como objetivo avaliar atividade de extratos de sementes e folhas de joazeiro na emergência e desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e os extratos secos e aquosos foram preparados no Laboratório de Análise cromatográfica, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró, nos meses de novembro de 2011 a abril de 2012.

As espécie testes foram milho AL Bandeirante (*Zea mays* L.), melão iracema (*Cucumis melo* L.) e feijão BR 17 Gurgueia (*Vigna unguiculata* L. Walp.). As sementes de milho foram cedidas por pesquisadores da UFERSA, as sementes de melão foram obtidas comercialmente (híbrido.) e as sementes de feijão foram adquiridas pela empresa de pesquisa pecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

Inicialmente, foi feito um teste de emergência em areia lavada para cada espécie. No milho, a porcentagem de emergência foi de 97,5%, no melão de 100%, e no feijão de 91,25%.

A obtenção dos extratos secos, a partir de sementes e folhas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), foi com folhas jovens, coletadas pela manhã, de uma matriz adulta em novembro de 2011 e sementes colhidas em maio de 2010 de matrizes adultas no campo da UFERSA. As sementes ficaram armazenadas por 20 meses em câmara fria (14°C de temperatura e UR de 45%).

Uma solução hidroalcóolica 70 % (70% etanol e 30% água destilada) foi preparada para a extração do material, corrigida com auxílio de um alcoômetro Gay-Lussac 20°C.

A extração deu-se com 700 g de sementes, fragmentados com o auxílio de um martelo, e 180 g de folhas, triturados em liquidificador doméstico, secos em estufa a uma temperatura de 50°C durante 48h.

A partir da fragmentação destas massas, dava-se início ao processo de extração. Estas massas eram acondicionadas em recipientes de vidro fosco de capacidade de 1L, adicionando as folhas um volume de 500 e as sementes 800 ml

da solução hidroalcoólica, sendo que nas demais extrações o volume adicionado variou com a quantidade do material retirado em cada extração, de forma que o recipiente estava sempre preenchido até sua capacidade volumétrica.

As sementes e folhas do *Z. joazeiro* passaram por três e quatro extrações, respectivamente, sendo que o período entre uma extração e outra era de três e quatro dias, porque se observou que a extração dos compostos químicos era maior na medida em que se prolongava seu período. Durante o processo de extração, o material foi submetido a constantes agitações para potencializar a ação do solvente.

Uma vez extraído, o material foi filtrado, rotoevaporado e levado ao banho-maria a 60°C para promover sua secagem gradativa até se obter massa seca de 66 g de metabólitos extraídos das sementes e 70 g de metabólitos extraídos das folhas, permanecendo armazenada em geladeira comum a temperatura de 7 °C até o momento de serem empregadas na obtenção dos extratos brutos.

A obtenção dos extratos brutos deu-se pesando separadamente 20 g do extrato seco de cada órgão do *Z. joazeiro*, em uma balança de precisão (quatro casas decimais) e diluindo cada uma delas em um volume de 2000 ml até a formação de duas misturas. Estas foram levadas ao ultrassom por 35min para proporcionar maior solubilidade dos constituintes apolares, depois foram submetidas a três filtrações simples, usando para isso um funil de vidro vedado com algodão. Ao final do processo, a parte filtrada formava a concentração bruta de cada extrato, sendo estes diluídos nas variadas concentrações.

Os extratos ficaram acondicionados em recipientes de vidro fosco, a fim de reduzir os efeitos da luz e amenizar os riscos de fotodegradação, sendo posteriormente determinados seu pH, condutividade elétrica e potencial osmótico, obtido a partir da fórmula proposta por AyersWestcot (1994), para depois armazená-los em geladeira até o momento de serem empregados nos bioensaios.

Os diferentes níveis de concentração produzem respostas diferenciadas na morfologia e fisiologia das plantas. Por essa razão, a pesquisa buscou na literatura métodos que apresentassem dosagens próximas das condições naturais. Daí foram selecionadas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0% (controle), sendo que as diluições foram obtidas a partir da maior concentração.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 sementes. Cada extrato composto de sementes e folhas do *Z. joazeiro* nas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%) constituiu um experimento, onde foi testada sua possível atividade alelopática na emergência e desenvolvimento das plântulas de milho, melão e feijão-caupi, de maneira que o arranjo experimental foi composto de seis experimentos (E1, E2, E3- extratos de semente de *Z. joazeiro* no milho, melão e feijão-caupi, respectivamente, e E4, E5, E6- extratos de folha de *Z. joazeiro* no milho, melão e feijão-caupi, respectivamente) nas cinco concentrações, conduzidas em bandejas de polietileno (profundidade 17 cm, largura 9,5 cm e altura 4,3 cm), esterilizadas com álcool, contendo 400 g de areia lavada e esterilizada de acordo com Brasil (2009).

Cada unidade experimental foi umedecida com 50 ml de extrato, sendo seu conteúdo revolvido, de modo a garantir umidade uniforme dentro da parcela, e nivelado com o auxílio de uma espátula. Após isso, foram feitos furos circulares (1cm) de profundidade 6,5 cm, onde se distribuíram uniformemente as 20 sementes. As caixas plásticas foram acondicionadas em germinadores com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 h, durante sete (milho) e oito (melão e feijão-caupi) dias.

O critério de emergência das plântulas foi com a emissão do coleóptilo no milho e cotilédones, no feijão-caupi e melão. A contagem das sementes emergidas foi diária. As avaliações das plântulas ocorreram no sétimo (milho) e oitavo (melão e feijão-caupi) dias após a semeadura, classificando-as em normais ou anormais, segundo Brasil (2009).

A medição da parte aérea e da raiz de todas as plântulas normais foi feita com auxílio de uma régua. No milho, contabilizou-se também o número de raízes, sendo que a contagem foi feita manualmente. Para a determinação de massa seca das plântulas normais, utilizou-se estufa de circulação de ar forçado sob uma temperatura média de 65°C por um período de 24 h. O material foi colocado em dessecador para promover seu resfriamento sem trocar calor com ao ambiente, e logo depois foi feita a pesagem do material em balança de precisão.

As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz (distância em mm do colo até o ápice meristemático) e da parte aérea (distância em mm do colo até o ápice), número de raízes (milho). O índice de velocidade de emergência (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) pela fórmula $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; em que: G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagens; e N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagens.

A análise de variância foi efetuada pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação de pH e potencial osmótico é necessária sempre que se verificar atividade alelopática de espécies por meio de bioensaios. O pH dos extratos, em condições normais, deve estar compreendido na faixa de 4 a 7 e o potencial osmótico (MPa) não deve ultrapassar o valor - 0,2 (GATTI et al., 2004), pois podem apresentar determinados solutos que podem alterar a propriedade da água, resultando em uma pressão osmótica diferente de zero na solução, caso não estejam dentro do padrão (VILLELA et al., 1991).

Sendo assim, pode-se dizer que os extratos de sementes e folhas do *Z. joazeiro* e suas respectivas diluições estão dentro dos valores normais de pH e PO (Mpa) e, portanto, as possíveis diferenças entre as médias não se devem a esses fatores (Tab. 1).

Tabela 1- Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de juazeiro (*Ziziphus Joazeiro* Mart.) utilizados nos bioensaios para avaliar sua atividade sobre sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.

Concentração (%)	pH	PO (Mpa)
Sementes		
1	5,1	-0,01131
0,5	4,75	-0,00584
0,25	4,93	-0,00292
0,125	5,81	0
0	5,11	0
Folhas		
1	6,86	- 0,057
0,5	6,47	- 0,033
0,25	6,73	- 0,017
0,125	6,8	0,009
0	5,11	0

3.1. Extrato de semente de juazeiro

De acordo com a ANAVA, as variáveis de desenvolvimento do milho, melão e feijão-caupi tiveram seus valores alterados na presença do extrato de sementes de juazeiro, sendo o melão a cultura que apresentou maior suscetibilidade a ação deste, de vez que o extrato provocou interferência já no início de seu processo de emergência (Tab. 2).

TABELA 2- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	80 ^{ns}	0,093 ^{ns}	32,434 ^{ns}	0,285 ^{**}	0,079 ^{ns}	12,584 ^{**}	0,135 [*]
Resíduo	15	53	0,119	19,738	0,036	0,668	0,479	0,039
CV (%)		7,93	8,86	4,71	12,17	9,97	5,0	3,6
Melão								
Concentração	4	91 ^{**}	0,172 ^{ns}	23,849 ^{ns}	0,054 ^{**}	1,199 ^{**}	2,359 ^{**}	-
Resíduo	15	39	0,082	11,090	0,007	0,249	0,386	-
CV (%)		6,59	7,62	3,41	17,18	3,98	5,14	
Feijão-caupi								
Concentração	4	22 ^{ns}	0,059 ^{ns}	85,625 ^{ns}	0,069 ^{ns}	12,524 ^{**}	4,957 ^{**}	
Resíduo	15	13	0,073	60,833	0,035	1,841	0,977	
CV (%)		3,63	6,59	9,57	13,46	6,43	7,26	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo

O extrato de sementes de juazeiro e suas respectivas concentrações não interferiram significativamente no processo germinativo e na formação de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, comparada a testemunha, de vez que não houve diferença estatística entre as variáveis (PE, IVE e PN) como mostradas na tabela 3.

Tabela 3- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da raiz (CR) de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea. mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de semente de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
1	90 a	3,82 a	92 a	1,41 b	8,25 a	10,83 b	5,41 ab
0,5	93 a	3,74 a	92 a	1,46 b	8,37 a	13,74 a	5,63 ab
0,25	85 a	3,81 a	93 a	1,51 b	8,62 a	15,10 a	5,42 ab
0,125	96 a	4,10 a	97 a	1,40 b	8,34 a	14,45 a	5,34 b
0	95 a	4,02 a	97 a	2,03 a	8,32 a	15,10 a	5,79 a
DMS ²	15,8 8	0,75	9,7	0,41	1,79	1,51	0,43
1	89 a	3,42 a	95 a	0,36 c	12,50 b	11,45 b	-
0,5	91a	3,69 a	97 a	0,43 bc	12,29 b	11,12 b	-
0,25	98 a	3,95 a	96 a	0,47 abc	13,77 a	12,36ab	-
0,125	100 a	3,86 a	100 a	0,60 ab	12,12 b	12,45 ab	-
0	98 a	3,84 a	100 a	0,62 a	12,05 b	12,99 a	-
DMS ²	13,6 7	0,63	7,26	0,19	1,09	1,36	-
1	96 a	3,94a	83 a	1,23a	19,53b	11,63b	-
0,5	100 a	4,09a	78 a	1,39a	19,34b	13,98a	-
0,25	96 a	4,04a	78 a	1,40 a	22,07 ab	13,99 a	-
0,125	100 a	4,27a	89 a	1,59 a	21,02 ab	14,15 a	-
0	95 a	4,10a	81 a	1,31 a	23,56 a	14,28 a	-
DMS ²	7,72	0,59	17,03	0,41	2,96	2,16	-

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa. (-) A variável NR só foi empregada para cultura do milho.

Há relato de que os extratos de sementes de juazeiro em suas maiores concentrações provocaram forte atividade fitotóxica na germinação de sementes de alface, além de terem causado alta percentagem de plântulas anormais (COELHO et al., 2011).

As observações de Gioto et al. (2007) corroboram com o presente estudo ao admitirem que as plântulas de milho apresentaram resistência ao extrato aquoso de *Leucaena leucocephala*, quando aplicado ao solo, ao passo que para Macias et al. (2000) o milho se mostrou bastante suscetível ao extrato de jurema-preta, que influenciou negativamente em todas as variáveis estudadas.

Esta divergência pode ser explicada pelo fato da tolerância ou resistência a compostos ser específica, havendo espécies mais sensíveis do que outras, como por exemplo, a alface e o tomate (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Em alguns trabalhos, foi mostrada a interferência de extratos nos parâmetros de germinação do feijão-caupi (SILVA, 2007; BRITO, 2010), ao passo que em outras pesquisas foram observados resultados condizentes com o do presente estudo (MUNIZ et al., 2007; PEREIRA et al., 2008).

Percebeu-se que as maiores concentrações do extrato provocaram alterações negativas na massa seca, parte aérea e comprimento de raiz das espécies teste com exceção das variáveis (CPA) no milho e (MS) no feijão-caupi, que não deferiram estatisticamente do controle, e a maior concentração do extrato foi responsável por gerar uma drástica interferência na variável comprimento de radícula de plântulas de milho, pois enquanto as plântulas da testemunha apresentavam média de 15,1 cm as plântulas na presença do extrato bruto apresentavam-se com comprimento de radícula de 10,8 cm.

Provavelmente esse interrupção no crescimento das plântulas de milho, melão e feijão-caupi esteja relacionada à explicação citada por Borges et al. (2011) e Pires et al. (2000), os quais afirmam que o aumento nas concentrações de extratos provoca efeito sobre a divisão celular de sementes, levando a uma drástica redução dos seus índices mitóticos, com a consequente paralisação do crescimento radicular.

É comum nos trabalhos de alelopatia verificar o efeito de extratos de plantas no processo de formação de raiz e parte aérea das espécies alvo. Almeida e Rodrigues (1985) relataram que extratos aquosos de trigo e aveia reduziram o comprimento de raiz e da parte aérea das plântulas de soja.

Tokura e Nóbrega (2005) verificaram que os extratos aquosos de plantas de trigo, aveia preta, milheto, nabo forrageiro e colza apresentaram efeito alelopático em plântulas de milho. Oliveira et al. (2011), verificando o potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão, observaram que a parte aérea do milho sofreu interferência do extrato a partir da concentração de 75%, sendo que as concentrações mais baixas não diferiram da testemunha. Ferreira e Áquila (2000) e Faria et al. (2009) verificaram que doses crescentes de extrato de *Pinus* proporcionaram diminuição no comprimento de radícula e no comprimento de hipocótilo do milho.

Fazendo-se uma análise individual do comprimento de parte aérea do feijão-caupi, observa-se que os efeitos foram maiores na concentração de 1 e 0,5%, comparados à testemunha. Em concordância com esses resultados, Oliveira et al. (2011) verificaram que o tamanho da parte aérea do feijão comum foi reduzido pelo extrato de *Crotalaria juncea* em mais de 50% quando comparado à testemunha.

A cultura do melão se mostrou bastante sensível à atividade do extrato e suas diluições, principalmente na maior concentração. As características avaliadas (matéria seca e comprimento de raiz) tiveram seus valores diminuídos em sua presença. Porém, as menores concentrações do extrato (0,125% e 0,25%) provocaram redução no número de raízes no milho e estímulo no comprimento de parte aérea no melão.

Esse tipo de comportamento pode ser uma provável resposta das plântulas testes aos diferentes níveis de concentrações, pois um composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo de sua concentração no ambiente e da sua atuação efetiva no crescimento destas espécies (RICE, 1979), pois, embora os aleloquímicos tenham sua síntese controlada, eles só exercem efeito caso sejam liberados pela planta produtora e alcancem a planta receptora em quantidade

suficiente para atuar efetivamente ou afetem seu crescimento, prejudiquem seu desenvolvimento normal e inibam sua germinação (BONNER, 1950; SILVA, 1978).

Assim, pode-se dizer que houve alterações nos padrões de desenvolvimento de matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz das espécies testes, provocados pela atividade do extrato, podendo ser pontuais, mas, como o metabolismo consiste em uma série de reações com vários controles do tipo “feedback”, provavelmente rotas inteiras foram alteradas (HICKS, 1989).

3.2. Extrato de folha de juazeiro

Houve efeito de extrato de folhas de juazeiro no desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi. Essa interferência negativa ficou bastante evidente, principalmente no processo de formação de parte aérea e raiz das plântulas submetidas à ação deste extrato (Tab. 4).

TABELA 4- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	34 ^{ns}	0,04 ^{ns}	84,375 ^{ns}	0,236 [*]	4,13 ^{**}	18,0 ^{**}	0,004 ^{ns}
Resíduo	15	28	0,065	117,500	0,065	0,205	0,499	0,067
CV (%)		5,52	6,76	12,75	14,39	5,09	4,7	4,55
Melão								
Concentração	4	92 [*]	11,8 ^{ns}	195,66 ^{ns}	0,023 [*]	3,52 ^{**}	19,6 ^{**}	
Resíduo	15	24,2	4,24	118,75	0,006	0,114	0,427	
CV (%)		5,23	30,04	14,68	17,01	2,57	5,77	
Feijão-caupi								
Concentração	4	33 ^{ns}	36,3 ^{**}	139,38 ^{ns}	0,089 [*]	32,80 ^{**}	13,6 ^{**}	
Resíduo	15	26,3	6,65	110,42	0,022	0,62	1,02	
CV (%)		5,41	34,98	12,62	11,99	3,9	6,98	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

O milho se mostrou bastante resistente ao efeito do extrato de folhas de juazeiro nas diferentes concentrações durante seu processo de emergência, quando

nenhum de seus caracteres de emergência (porcentagem e índice de velocidade de emergência) diferiu da testemunha (Tab. 5).

Tabela 5- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de folha de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
1	98 a	3,69 a	78 a	1,43 b	7,62 b	11,82 c	5,70 a
0,5	93 a	3,63 a	86 a	1,67 ab	7,99 b	13,83 b	5,69 a
0,25	96 a	3,85 a	86 a	1,81 ab	9,67 a	16,33 a	5,69 a
0,125	91 a	3,75 a	85 a	1,84 ab	9,69 a	16,31 a	5,68 a
0	98 a	3,88 a	90 a	2,09 a	9,56 a	16,76 a	5,62 a
DMS ²	11,45	0,56	23,68	0,55	0,99	1,54	0,56
1	89 b	3,98 a	69 a	0,32 b	13,54 b	7,90 d	-
0,5	94 ab	6,86 a	68 a	0,46 ab	12,37 c	10,58 c	-
0,25	90 ab	7,08 a	76 a	0,48 ab	14,46 a	11,77 bc	-
0,125	98 ab	8,18 a	74 a	0,45 ab	13,15 b	12,72 ab	-
0	100 a	8,18 a	85 a	0,51 a	12,12 c	13,59 a	-
DMS ²	10,74	4,5	23,8	0,16	0,74	1,43	-
1	96 a	2,44 b	85 a	1,22 ab	15,78 d	11,20 b	-
0,5	97 a	7,61 ab	85 a	1,19 ab	19,63 c	14,85 a	-
0,25	98 a	8,22 a	91 a	1,29 ab	20,65 bc	15,54 a	-
0,125	93 a	7,92 ab	79 a	1,04 b	21,93 ab	15,59 a	-
0	91 a	10,66 a	76 a	1,44 a	23,32 a	15,13 a	-
DMS ²	11,19	5,63	22,95	0,32	1,72	2,2	-

Medias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa.

Gomes et al. (2013), ao verificarem o efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* sobre a germinação do milho, relataram que os testes de germinação (porcentagem de germinação, tempo médio de germinação) não foram capazes de detectar diferença estatística entre os tratamentos. Faria et al. (2009) encontraram respostas parecidas, ao perceberem que as substâncias aleloquímicas presentes nos extratos de milheto, pinus e mucuna não interferiram na germinação do milho. Tais resultados confirmam a veracidade do postulado de Ferreira e Borghetti (2004), ao considerarem o processo de germinação o menos afetado por substâncias alelopáticas.

As culturas do melão e feijão-caupi apresentaram comportamento diferente, ou seja, se mostraram sensíveis à ação do extrato, tendo uma de suas variáveis (porcentagem de emergência no melão e índice de velocidade de emergência no feijão-caupi) afetada quando submetidos a concentração 1%.

Faria et al. (2009) perceberam que a germinação do feijão foi menor na presença dos extratos de mucuna e milheto. A suscetibilidade do processo germinativo do feijão-caupi à ação dos aleloquímicos também foi registrada no trabalho de Brito e Santos (2012), que afirmaram que a porcentagem de germinação inicial e final da cultura foi reduzida respectivamente a 0,084 e 0,076 unidades percentuais para cada unidade aumentada na concentração do extrato de jurema.

Uma provável explicação para a forte interferência dos extratos de folhas de juazeiro e suas diluições no desenvolvimento das espécies alvo é que estes tenham provocado mudanças metabólicas nesses organismos, resultando em efeitos deletérios sobre sua permeabilidade de membranas, transcrição e tradução do DNA; funcionamento dos mensageiros secundários, respiração por sequestro de oxigênio (fenóis), conformação de enzimas e de receptores ou ainda pela combinação destes fatores (GONZALEZ et al., 1998).

A ação dos extratos do *Z. joazeiro* em reduzir as médias da maioria das variáveis analisadas confirmam que substâncias bioativas presentes neles afetaram o desenvolvimento do milho, melão e feijão-caupi, chegando inclusive a provocar mudanças no processo de diferenciação celular das espécies, expressos pelo

acentuado comprometimento na formação de suas raízes e parte aérea, sobre a porcentagem e índice de emergência ou sobre outro parâmetro do processo (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Fazendo-se uma interpretação do efeito alelopático do extrato de folhas de juazeiro e suas diluições sobre o desenvolvimento de plântulas de milho melão e feijão-caupi, observou-se que o extrato de folhas não afetou a formação das plântulas, em que as médias de normalidade não diferiram entre os tratamentos, mas foi capaz de provocar mudanças nas médias das variáveis matéria seca, comprimento de raiz e parte aérea das plântulas, principalmente em sua maior concentração.

Os valores das médias de normalidade das plântulas de milho, melão e feijão-caupi não diferiram do controle. Esses dados diferem dos resultados verificados na maioria dos testes alelopáticos, nos quais é comum observar relação entre a malformação de plântulas e as interferências nos processos de formação de parte aérea, raiz e matéria seca, de vez que apontam as anormalidades de plântulas como um instrumento valioso nos experimentos de alelopatia. Esta divergência demonstra a complexidade ao se estudar atividade de extratos (PRATES et al., 2000; FERREIRA; ÁQUILA, 2000; FELIX, 2007; GATTI et al., 2004).

Partindo para a avaliação do desempenho das variáveis matéria seca, comprimento de raiz e parte aérea das plântulas teste, na presença do extrato de folhas do *Z. joazeiro*, verificou-se que os valores destas variáveis sofreram redução, principalmente em sua maior concentração.

Miro et al. (1998), testando o potencial alelopático do *Ilex paraguayensis* sobre o crescimento e desenvolvimento do milho, mostraram alteração no desenvolvimento desta espécie, afetando a altura da planta, comprimento do primeiro entre-nó, peso seco da parte aérea e da raiz, comprimento das folhas, número de raízes adventícias e comprimento da raiz primária.

Outras pesquisas como as de Brito (2010) condizem com o que está sendo discutido, pois verificaram atividade fitotóxica de extrato de jurema-preta e marmeleiro sobre a formação de raízes de feijão-caupi e observaram que os maiores prejuízos ao sistema radicular da espécie eram verificados quando sujeitas

às concentrações mais elevadas, onde para cada unidade percentual aumentada na concentração houve decréscimo de cerca de 0,14 cm no comprimento radicular.

Observação semelhante foi verificada no estudo de Oliveira et al. (2012), os quais, ao analisarem a atividade fitotóxica de folhas de juazeiro, perceberam que as maiores concentrações do extrato exerciam influência negativa nos processos de formação de parte aérea e raiz de plântulas de alface.

Assim como no presente estudo, o trabalho de Brito e Santos (2012) verificou atividade biológica de extrato na formação de parte aérea e raiz do feijão-caupi.

Emfim, pode-se dizer que houve divergência nos dados do presente trabalho tanto entre espécies (milho, melão e feijão-caupi) como entre os caracteres que expressaram seus processos de emergência e desenvolvimento inicial (PE, IVE, PN, MS, CR e CPA).

Este resultado corrobora com a tese de que a alelopatia é um tipo de relação espécie-específica, ou seja, diferentes espécies podem responder de forma diferente à presença da mesma espécie alelopática ou aleloquímico (PRATI; BOSSDORF, 2004), daí a necessidade de que sejam feitos estudos mais específicos para esclarecer os acontecimentos e respostas do vegetal diante dos efeitos alelopáticos, conhecimento que trará importante contribuição para a compreensão do fenômeno alelopático (MARTIN et al., 1990).

4. CONCLUSÕES

Os extratos de sementes e folhas do *Z. joazeiro*, em suas maiores concentrações, interferiram negativamente no desenvolvimento das plântulas de milho, melão e feijão-caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. Plantio direto. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Guia de herbicidas: Contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina, IAPAR, 1985. p. 341-399.

ALVIANO W. S. ; ALVIANO D. S.; DINIZ C. G.; ANTONIOLLI A. R.; ALVIANO C. S.; FARIAS L. M.; CARVALHO M. A.; SOUZA M. M.; BOLOGNESE A. M. *In vitro* antioxidant potential of medicinal plant extracts and their activities against oral bacteria based on Brazilian folk medicine. **Archive of Oral Biology**, v. 53, p. 545, 2008.

ARAÚJO, E. O.; SANTANA, C. N.; ESPÍRITO SANTO, C. L. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de milho e feijão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 1, p. 108-116, 2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. 3rd. ed. Rome: FAO, 1994. 174p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29.

BORGES, C. S.; CUCHIARA, C. C.; SILVA, S. D. A.; BOBROWSKI, V. L. Efeitos citotóxicos e alelopáticos de extratos aquosos de *Ricinus communis* utilizando diferentes bioindicadores. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 3, p. 15-20, 2011.

BONNER, J.; GALSTON, A.W. **Toxic substances from the culture media of guayule which may inhibit growth**. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 106, p. 185-198, 1944.

BONNER, J. The role of toxic substances in the interactions of higher plants. **The Botanical Review**, New York, v. 16, n. 1, p. 51-65, 1950.

BELL, D. T. The influence of osmotic pressure in test for allelopathy, *Bromus rigidus*, *Adenostoma fascicularum*, *Brassica nigra*. **Trans. Illinois. State. Academic of Science**, v. 67, p. 312-317, 1974.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste: especialmente do ceará**. Fortaleza: Fundação Guimarães Duque, coleção mossoroense, 1976. 509 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. 2010. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

BRITO, I. C. A.; SANTOS, D. R. Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 129-140, 2012.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 1, p. 108-111, 2011.

FARIA, T. M.; JUNIOR, F. G. G.; DE SÁ, M. E.; CASSIOLATO, A. M. R. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1625-1633, 2009.

FELIX, A. Z. **Efeito alelopático de extratos de *Amburana cearensis* (fr. All.) A.c. smith sobre a Germinação e emergência de plântulas**. 2012. 90p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, (Botânica), AC: Fisiologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu/SP, 2012.

FELIX-RAZ; O. E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERI, C. Efeitos alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 138-140, 2007.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, p. 323, 2004.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p. 175-204, 2000. (Edição Especial).

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 2008. 662p.

GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; SILVA, L. M. G. E. SARMENTO, U. C. Substâncias de Origem Vegetal com Atividade Larvicida Contra *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, Campo Grande, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.

GATTI, A.B.; PEREZ, S. C. J. G.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 8, n. 3, p. 459-472, 2004.

GIOTTO A. C. et al. Efeito alelopático de *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC. Berg. (*Myrtaceae*) na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. (*Asteraceae*). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 600-602, 2007.

GONZALEZ, V.; NIMBAL, C. I.; WESTON, L. A.; CHENIAE, G. M. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by sorgoleone, a natural product. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 1415- 1421, 1998.

GOMES, F. M.; FORTES, A. M. T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 8 p. 48-56, 2013.

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, p. 1057-1061, 1989.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**, v. 1. 5. ed. Nova Odessa: Instituto plantarum. 2008. 384 p.

LAYNEZ-GARSABALL, J. A.; MENDEZ-NATERA, J. R. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plântulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) CV. **Idesia**, Arica, v. 24, n. 2, p. 61-75.

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.

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

MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. 3. ed. Fortaleza: Imprensa universitária, 2007, 394p.

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, p. 555-560, 1990.

MELO, G. F.; FORTES, TEXEIRA, A. M.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a

germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 1, p. 48-56, 2013.

MEUNIR, I. Resistência remédio e esperança. **Revista Terra da Gente**, Campinas, v. 49, p. 28-30, 2008.

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.

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**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 195-204, 2007.

NISAR, M.; ADZU, B.; INAMULLAH, K.; BASHIR, A.; LHSAN, A.; GILANI, A. H. Antinociceptive and antipyretic activities of the *Zizyphus oxyphylla* Edgew. leaves **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 7, p. 693-695, 2007.

NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 287-292, 2005.

NUNES, P. H. M.; MARINHO, L. C.; NUNES, M. L. R. L.; SOARES, E. O. Antipyretic activity of an aqueous extract of *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 5, p. 599-601, 1987.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.- Rhamnaceae) **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 685-690. 2012.

OLIVEIRA, A. M.; SILVA, P. S. L.; ALBUQUERQUE, C. C.; AZEVEDO, C. M. S. B.; CARDOSO, M. J.; OLIVEIRA, O. F. Weed control in corn via intercropping with gliricidia sown by broadcasting. **Planta Daninha**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 535-543, 2011.

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. 61-64, 2008.

PIRES, N. M.; PRATES, H.T.; SOUZA, R. I. R. P.; FARIA, T. C. L.; PEREIRA, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do Extrato Aquoso de Leucena sobre o Desenvolvimento, Índice Mitótico e a Atividade da Perodoxidase em Plantas de Milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 55-65, 2000.

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**, Colombus, v. 91, n. 2, p. 285-288, 2004.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2007. 772p.

RICE, E. L. Allelopathy: an update. New York **The Botanical Review**, Bronx, v. 45, 1979.

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. 62p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvipastoril) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

SILVA, Z. L. **Alelopatia e defesa em plantas**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, ed. 36, p. 258-259, 1978.

SOUZA, C. S. M.; SILVA, W. L. P. S.; GUERRA, A. M. N. M.; CARDOSO, M. C. R.; TORRES, S. B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira na germinação de sementes de alface. **Revista verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 9 -100, 2007.

STOWE, L. G. Allelopathy and its influence on distribution of plants in Illinois old-field. **Journal of Ecology**, British, v. 67, p. 1065-1085, 1979.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia em cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 379- 384, 2006.

TOKURA, L. K. ; NÓBREGA, L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 289-295, 2005.

VILELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 1957-1968, 1991.

CAPÍTULO III

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE JUCÁ

(*Caesalpinia ferrea* MART.)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade de extratos de folhas e sementes de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp.). O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes, UFRSA, e no Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, no período de novembro de 2011 a junho de 2012. Os extratos foram preparados com sementes e folhas de jucá e as espécies testes foram o milho, melão e feijão-caupi. O trabalho foi composto de seis experimentos, onde cada extrato bruto e suas diluições (0,5; 0,25; 0,125%), testados em cada espécie alvo, correspondiam a um experimento (E1, E2, E3 - extratos de semente de jucá no milho, melão e feijão-caupi e E4, E5, E6 - extratos de folhas de jucá no milho, melão e feijão). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições com vinte sementes. Os tratamentos foram compostos das concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, correspondentes de cada extrato. Os possíveis efeitos alelopáticos foram contabilizados nas características de porcentagem e índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais, matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz e número de raiz no milho. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível 5% de probabilidade, analisadas pelo programa estatístico SISVAR. Assim, de acordo com os resultados verificou-se que o melão foi à cultura mais sensível à atividade do extrato de semente de jucá, o milho o mais resistente e o feijão-caupi de suscetibilidade intermediária. O extrato de folhas de jucá foi efetivo no desenvolvimento do melão e feijão-caupi e indiferente ao milho.

Palavras chave: Atividade biológica, milho, melão, feijão-caupi.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF SEEDS AND LEAVES OF JUCÁ

(*Caesalpinia ferrea* MART.)

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the activity of the extracts of leaves and seeds of jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) on the emergence and development of corn (*Zea mays* L.), melon (*Cucumis melo* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp.) seeds. The experiment was accomplished on Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, and on Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, from November 2011 to June 2012. The extracts were prepared using seed and leaves of jucá and the litmus species were corn, melon and cowpea. The research was formed by six experiments, in which crude extract and their dilutions (0.5, 0.25, 0.125%), tested in each litmus species, corresponded to an experiment (E1, E2, E3 – extracts of seeds of jucá on corn, melon and cowpea and E4, E5, E6 – extracts of leaves of jucá on corn, melon and cowpea). The statistical design was completely randomized blocks with four replications with twenty seeds. The treatments were composite by concentrations 1, 0.25, 0.125 and 0%, corresponding to each extract. The possible allelopathic effects were registered with respect to percentage and emergence speed index, percentage of normal seedlings, dry matter, aerial parts length and root and number of root on corn. The averages were compared by Tukey test, at 5% probability, analyzed by the statistical program SISVAR. Thus, according to the results it was possible to observe that melon was the most sensible culture to the activity of jucá seed extract, corn was the most resistant and cowpea had median susceptibility. The extract of jucá seeds was effective on the development of melon and cowpea and unconcerned with corn.

Keywords: Biological activity, corn, melon, cowpea.

1. INTRODUÇÃO

Caesalpinia ferrea Mart. exTul. Var. *ferrea*, conhecida popularmente como jucá ou pau-ferro, é uma planta perenifólia ou semidecídua, pertencente à família Leguminosae-Caesalpinoideae e de fácil reconhecimento devido à presença de manchas claras no tronco, folíolos pequenos, flores amarelas e legumes duros (LORENZI, 2008; RIZZINI, 1995).

Possui uma beleza exuberante, podendo ser usada em parques públicos como planta ornamental. Tolerante à seca, é aproveitada na composição de plantios mistos em áreas degradadas visando à recuperação da preservação natural da área, sendo uma excelente escolha em programas de reflorestamento de áreas degradadas. Ocorre no Piauí, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, na floresta pluvial atlântica e na caatinga (LORENZI, 2008).

A tintura-da-vagem-de-jucá, tradicionalmente conhecida pela literatura etnofarmacológica, é uma excelente medicação de uso local em curativos de contusões e ferimentos, para estancar hemorragias e em compressas no tratamento de luxações.

Seus frutos também são empregados na medicina popular do nordeste para tratamento caseiro da tosse, bronquite e coqueluche. O estudo químico dos frutos desta espécie tem se intensificado no mundo acadêmico.

Há registro na literatura, das principais substâncias encontradas nos frutos, responsáveis pela atividade antitumoral, antiinflamatória, imunoestimulante e hiperglicemiante, sendo os seguintes constituintes químicos: ácido gálico, ácido elágico, ácido triidroxifenil-elágico e o ester metílico do ácido elágico os principais responsáveis (MATOS, 2007).

Atividades como antifúngica, anti-úlceras, antiinflamatória e analgésicas foram também relatadas em alguns trabalhos (BACCHI et al., 1995; CARVALHO et al., 1996; CAVALCANTE, 2008). Pereira et al. (2012) confirmaram o potencial antiinflamatório de vagens de jucá estudando as frações de polissacarídeos da

referida espécie. Ueda et al. (2001) atribuíram a esta espécie o poder de cura no tratamento de diabetes.

É notável a grande contribuição que o estudo da *C. férrea*, em diferentes ramos do conhecimento, trará para a sociedade, pois além de todos os benefícios descritos acima ela é uma espécie bastante promissora em estudos com plantas potencialmente alelopáticas.

Alelopátia é uma ciência que estuda os processos decorrentes de substâncias alelopáticas de plantas e de microrganismos, responsáveis pelo comprometimento do crescimento e desenvolvimento do sistema biológico da espécie alvo (MACÍAS, 2004). Os estudos dos metabólitos secundários das plantas foram iniciados pelos químicos orgânicos do século XIX e início do século XX, interessados nessas substâncias pela sua importância como drogas medicinais, venenos, aromatizantes, materiais industriais e funções ecológicas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Hoje, os efeitos alelopáticos são vistos pelos pesquisadores como alternativa promissora tanto no âmbito econômico como ecológico, tais como: contribuição na busca por novos defensivos agrícolas, compreensão do antagonismo de cultivos consorciados ou sucessivos, diminuição do uso de herbicidas sintéticos, substituindo-os por herbicidas naturais (MANOEL, 2009; MACIAS et al., 2007).

Estudando o efeito de extratos de diferentes órgãos do jucá sobre a germinação da alface, Oliveira et al (2012) concluíram que os extratos de folhas, cascas e vagens maduras apresentaram atividade alelopática sobre o desenvolvimento de plântulas da espécie testada.

Em virtude de todos os argumentos descritos acima, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade de extrato de sementes e folhas de jucá sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a preparação dos extratos secos e aquosos ocorreu no Laboratório de Análise cromatográfica, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró, nos meses de novembro de 2011 a junho de 2012.

Inicialmente, foi feito um teste de emergência em areia lavada para cada espécie. No milho, a porcentagem de emergência foi de 98%, no melão de 99 % e no feijão de 91%.

As espécies teste foram milho híbrido AL Bandeirante (*Zea mays* L.), melão iracema (*Cucumis melo* L.) e a cultivar de feijão BR 17 Gurgueia (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

Os extratos secos foram compostos de sementes e folhas de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.). As folhas tenras foram coletadas pela manhã de uma matriz jovem do campo da UERN em dezembro de 2011 e as sementes colhidas de várias matrizes adultas em outubro de 2011 no município de Mossoró.

Uma solução hidroalcóolica 70% (70% etanol e 30% água destilada) foi preparada para a extração do material, corrigida com auxílio de um alcoômetro Gay-Lussac 20°C.

A extração deu-se com 135 g de sementes e 115 g de folhas de jucá, trituradas em liquidificador doméstico e secas em estufa a uma temperatura de 50°C durante 48h.

A partir da fragmentação destas massas iniciava-se a extração, acondicionando-as em recipientes de vidro fosco de capacidade de 1L e adicionando um volume inicial de 930 e 800 ml da solução hidroalcóolica para folhas e sementes, respectivamente, sendo que nas demais extrações a solução adicionada variou com a quantidade do material retirado em cada extração, de forma que o recipiente estava sempre preenchido até sua capacidade volumétrica.

As sementes e folhas de jucá passaram por cinco e quatro extrações, respectivamente, sendo que o período entre uma extração e outra era de três a dez dias, porque se observou que a extração dos compostos químicos era maior na medida em que se prolongava seu período. Durante o processo de extração, o material foi submetido a constantes agitações para potencializar a ação do solvente.

Uma vez extraído, o material foi filtrado, rotoevaporado e levado ao banho-maria a 60°C para promover a secagem gradativa do líquido até se obter massa seca de 20 g de metabólitos extraídos das sementes e 38 g de metabólitos extraídos das folhas do jucá, armazenadas em geladeira comum a temperatura de 7°C até o momento de serem empregada na obtenção dos extratos brutos.

A obtenção dos extratos brutos deu-se pesando separadamente 15 g do extrato seco de sementes e folhas de jucá, em uma balança de precisão (quatro casas decimais) e diluindo cada uma delas em um volume de 2000 ml até a formação de duas misturas. Estas foram levadas ao ultrassom por 35min para proporcionar maior solubilidade dos constituintes apolares; depois, foram submetidas a três filtrações simples, usando para isso um funil de vidro vedado com algodão. Ao final do processo, a parte filtrada formava a concentração bruta de cada extrato, sendo estes diluídos nas variadas concentrações.

Em seguida, os extratos ficaram acondicionados em recipientes de vidro fosco, a fim de reduzir os efeitos da luz e amenizar os riscos de fotodegradação, sendo posteriormente determinados seu pH, condutividade elétrica e potencial osmótico, obtido a partir da fórmula proposta por AyersWestcot (1994). Em seguida, foram armazenados em geladeira até o momento de serem empregados nos bioensaios.

Os diferentes níveis de concentração produzem respostas diferenciadas na morfologia e fisiologia das plantas. Por essa razão, a pesquisa buscou na literatura métodos que apresentassem dosagens próximas das condições naturais. Daí foram selecionadas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0% (testemunha)), sendo que as diluições foram obtidas a partir da maior concentração.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 sementes. Cada extrato (sementes e folhas de jucá) nas cinco

concentrações (1, 0,5; 0,25; 0,125 e 0%) constituiu um experimento, no qual foi testada sua possível atividade alelopática na emergência e desenvolvimento das plântulas de milho, melão e feijão-caupi.

O trabalho foi composto de seis experimentos (E1, E2, E3- extratos de semente de jucá no milho, melão e feijão-caupi, respectivamente, e E4, E5, E6- extratos de folha de jucá no milho, melão e feijão, respectivamente) nas cinco concentrações, conduzidos em bandejas de polietileno (profundidade 17 cm, largura 9,5 cm e altura 4,3 cm), esterilizadas com álcool, contendo 400 g de areia lavada e esterilizada de acordo com Brasil (2009).

Cada unidade experimental foi umedecida com 50 ml de extrato, sendo seu conteúdo revolvido, de modo a garantir umidade uniforme dentro da parcela, e nivelado com o auxílio de uma espátula. Após isso, foram feitos furos circulares (1cm) de profundidade 6,5 cm, onde se distribuíram uniformemente as 20 sementes. As caixas plásticas foram acondicionadas em germinadores com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 h, durante sete (milho) e oito (melão e feijão) dias.

O critério de emergência das plântulas foi com a emissão do coleóptilo no milho e cotilédones no feijão-caupi e melão. A contagem das sementes emergidas foi diária. As avaliações das plântulas ocorreram no sétimo (milho) e oitavo (melão e feijão-caupi) dias após a semeadura, classificando-as em normais ou anormais, segundo Brasil (2009).

A medição da parte aérea e da raiz de todas as plântulas normais foi feita com auxílio de uma régua. No milho, contabilizou-se também o número de raízes, sendo que a contagem foi feita manualmente. Para a determinação de massa seca das plântulas normais, utilizou-se estufa de circulação de ar forçado sob uma temperatura média de 65°C por um período de 24 h. O material foi colocado em dessecador para promover seu resfriamento sem trocar calor com o ambiente, depois foi feita a pesagem do material em balança de precisão.

As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz (distância em mm do colo até o ápice meristemático) e da parte aérea (distância em mm do colo até o ápice), número de

raízes (milho). O índice de velocidade de emergência (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) pela fórmula $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; em que: G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagens; e N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagens.

A análise de variância foi efetuada pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da (Tab.1), o extrato de sementes e folhas de jucá e suas concentrações estão dentro dos valores normais de potencial osmótico ($> -0,2$) e pH (4 a 7). Portanto, as possíveis diferenças entre as medias não se devem a esses fatores (GATTI et al., 2004).

TABELA 1- Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart) utilizados nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.

Concentração (%)	pH	PO (Mpa)
Sementes		
1	4,61	-0,02043
0,5	4,77	-0,01277
0,25	4,81	-0,00657
0,125	4,84	-0,00328
0	5,11	0
Folhas		
1	4,66	- 0,03866
0,5	4,77	- 0,02043
0,25	4,77	- 0,01131
0,125	7,7	-0,00657
0	5,11	0

3.1. Extrato de semente de jucá

Os dados expostos na ANAVA comprovam os efeitos negativos do extrato de semente de jucá e suas diluições sobre o desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, comprovados pela sua intervenção no processo de emergência, formação de raiz e parte área das plântulas de milho, melão e feijão-caupi, como mostrado na significância de uma ou mais das variáveis analisadas (Tab. 2).

TABELA 2- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	5,0 ^{ns}	0,0102 ^{ns}	14,38 ^{ns}	0,06 ^{ns}	1,025 ^{ns}	5,435 ^{**}	0,182 ^{ns}
Resíduo	15	22,92	0,065	33,75	0,061	0,633	0,588	0,115
CV (%)		5,08	7,19	6,23	11,02	6,41	4,33	6,42
Melão								
Concentração	4	1,88 ^{**}	0,163 ^{ns}	486,25 ^{**}	0,03 ^{**}	5,52 ^{**}	1,028 ^{ns}	-
Resíduo	15	2,50	0,071	53,33	0,005	0,356	0,76	-
CV (%)		1,59	23,89	8,64	10,63	4,62	8,06	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	32,50 ^{ns}	0,253 [*]	153,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	13,86 ^{**}	1,03 ^{**}	-
Resíduo	15	49,58	0,08	155,83	0,04	2,195	1,75	-
CV (%)		7,63	9,57	15,6	16,23	6,62	9,44	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

Analisando-se o comportamento do milho, melão e feijão-caupi na presença do extrato de semente de jucá, percebeu-se que os parâmetros porcentagem e índice de velocidade de emergência receberam pouca influência do extrato, com exceção do feijão-caupi que teve seu IVE reduzido na presença do extrato em sua maior concentração. Em contrapartida, as menores concentrações do extrato elevaram as médias de matéria seca de plântulas de melão (Tab.3)

Tabela 3- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de semente de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
1	95 a	3,59a	95 a	2,10 a	12,7 a	16,2 c	5,1 a
0,5	96 a	3,49a	94 a	2,22 a	11,9 a	16,8 c	5,3 a
0,25	95 a	3,58a	94 a	2,38 a	12,6 a	18,9 a	5,6 a
0,125	93 a	3,52a	94 a	2,35 a	13,0 a	18,3 ab	5,4 a
0	92 a	3,49a	90 a	2,16 a	11,9 a	18,4 ab	5,1 a
DMS ²	10,46	0,56	12,69	0,54	1,74	1,68	0,74
1	100 a	1,19 a	69 b	0,56 b	11,2 c	10,0 a	-
0,5	99 a	1,12 a	81 ab	0,62 ab	14,4 a	10,9 a	-
0,25	100 a	1,04 a	94 a	0,75 a	13,0b	10,9 a	-
0,125	99 a	1,39 a	83 ab	0,73 a	12,4 bc	11,2 a	-
0	100 a	0,85 a	96 a	0,61 ab	13,4 ab	11,2 a	-
DMS ²	3,45	0,58	15,95	0,15	1,3	1,91	-
1	89 a	2,57 b	70 a	1,13 a	19,7 b	13,3 a	-
0,5	96 a	2,84 ab	79 a	1,38 a	24,3 a	14,1 a	-
0,25	94 a	2,99 ab	83 a	1,27 a	21,5 ab	14,3 a	-
0,125	91 a	3,25 a	83 a	1,26 a	22,5 ab	13,8 a	-
0	91 a	3,01 ab	86 a	1,43 a	24,0 a	14,6 a	-
DMS ²	15,38	0,61	27,27	0,46	3,24	2,89	-

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa; (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

Os estudos de Ferreira et al. (2010) mostraram que as maiores concentrações do extrato de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) proporcionaram os maiores valores de germinação na primeira contagem das sementes de fava e o

de Souza e Cardoso (2013) apontaram atividade de extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação das sementes do feijão.

A literatura costuma atribuir estas intervenções no processo germinativo a possíveis alterações na permeabilidade de membranas; transcrição e tradução do DNA; funcionamento dos mensageiros secundários; respiração, sequestro de oxigênio (fenóis); conformação de enzimas e de receptores ou ainda à combinação destes fatores, (GONZALEZ et al., 1998).

Há relatos de que os frutos de jucá apresentam taninos, fenóis e saponinas (EYER et al., 1975; BUKOWSKA; KOWALSKA, 2004; CARVALHO, 1993), compostos reconhecidos como aleloquímicos.

Os extratos de sementes de jucá não foram efetivos a ponto de provocar grandes danos no desenvolvimento do milho, que teve apenas seu desenvolvimento de raiz comprometido na presença do extrato em suas maiores concentrações.

Outros pesquisadores verificaram atividade de extratos de plantas no desenvolvimento de raiz do milho e feijão, plantas testadas no presente estudo. Faria et al. (2009) verificaram que o extrato de *Pinus* sp. provocou diminuição no comprimento de radícula do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Rickli et al. (2011) verificaram que o comprimento médio de raiz de plântulas de milho e feijão comum foi significativamente alterado a partir da concentração de 20% do extrato de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), diminuindo com o aumento da concentração do extrato, passando de 11,93 cm na testemunha para 3,22 cm no tratamento de 20%. Silva et al. (2007) perceberam que o extrato hidroalcoólico de nim sobre sementes de feijão comum reduziu significativamente a média de seu comprimento radicular.

As concentrações mais elevadas do extrato também foram responsáveis por agir negativamente no desenvolvimento de plântulas de melão, causando redução nos valores de normalidade e acréscimo de anormalidade de 27,5%, além de reduzir suas médias de parte aérea e as médias de IVE e CPA de plântulas de feijão.

A indiferença do milho à atividade do extrato pode ser comparada aos estudos de Rizvi et al. (1987) – que verificaram que a cafeína (1,3,7-

trimetilxantina), extraída de sementes de café (*Coffea arabica*), apresentava seletividade diferencial entre espécies – e aos trabalhos de Friedman e Waller (1983), que observaram que as sementes de caruru (*Amaranthus spinosus* L.) tratadas com 1,3,7-trimetilxantina reduziam a atividade da enzima amilase, responsável pela inibição da germinação da espécie, mas não afetava a atividade da amilase em sementes de *Phaseolus mungo*.

A atividade biológica do jucá ficou registrada no trabalho de Oliveira et al. (2012), ao observarem elevados valores na média de anormalidade de plântulas em todas as concentrações analisadas, de tal modo que não foi possível obter o comprimento de raiz e parte aérea, e na pesquisa de Coelho et al. (2011) com extrato de sementes de juazeiro, ao perceberem elevada porcentagem de plântulas anormais em plântulas de alface.

As sementes são órgãos efetivamente alelopáticos capazes de restringir o crescimento de outras espécies (Powell et al., 1990; Van Staden e Grobbelaar, 1995). Esta afirmativa é ratificada no estudo de Macías-Rubalcava et al. (2008) ao verificarem que sementes de *Viola tricolor* L. inibiram o desenvolvimento radicular de plântulas de tomate e caruru (*Amaranthus* spp.). Pode-se dizer, porém, que todos os órgãos da planta têm potencial para armazenar aleloquímicos, mas a quantidade e caminho pelos quais são liberados diferem de espécie para espécie (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O registro de anormalidades em plântulas é uma prática bastante comum em estudos alelopáticos, por isso a presente pesquisa se deteve na descrição das principais anormalidades (formação de raízes primárias atrofiadas e defeituosas, ausência de raiz secundária e necrose radicular, oxidação da raiz, encurvamento do caulículo, geotropismo negativo), caracteres já encontrados em alguns trabalhos com essa mesma linha de pesquisa (MARASCHIN-SILVA; AQUILA, 2005, 2006; BORELLA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

Isto demonstra que provavelmente o extrato de jucá tenha apresentado atividade biológica capaz de afetar o desenvolvimento das espécies teste, induzindo-as ao aparecimento de anormalidades, de vez que a avaliação da normalidade das

plântulas é um instrumento valioso na identificação de espécies potencialmente alelopáticas (FERREIRA; ÁQUILA, 200).

As sementes de jucá se apresentam na pesquisa de Cavalheiro et al. (2009) como órgãos efetivamente alelopáticos, de vez que os pesquisadores testaram a atividade biológicas e enzimática (celulásica e amilásica) das sementes da referida espécie. Tendo em vista estas informações, acredita-se que, dentre outras espécies da caatinga, o jucá possa oferecer matéria-prima para que novos compostos menos nocivos sejam formulados pelas indústrias dirigidas à agricultura.

3.2. Extrato de folhas jucá

De acordo com os dados da ANAVA, o extrato de folhas de jucá interferiu sobre os processos de emergência e desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, com as espécies respondendo distintamente a atividade desse extrato, comparadas ao controle. Esses diferentes tipos de sinais se expressam na significância que algumas características avaliadas apresentaram (Tab. 4).

TABELA 4- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folhas de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	17,5 ^{ns}	0,19 ^{ns}	21,88 ^{ns}	0,016 ^{ns}	1,44 ^{ns}	3,03 ^{ns}	0,39 ^{ns}
Resíduo	15	12,92	0,08	14,1667	0,05	0,45	1,22	0,47
CV (%)		3,75	5,91	3,96	11,18	5,31	6,30	12,69
Melão								
Concentração	4	4,38 ^{ns}	0,07 ^{ns}	53,13 ^{ns}	0,003 ^{ns}	7,44 ^{**}	2,16 [*]	-
Resíduo	15	5,83	0,0266	35,4167	0,009	0,20	0,52	-
CV (%)		2,45	3,90	6,71	20,31	3,49	5,65	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	20,6 ^{ns}	0,12 ^{ns}	73,75 ^{ns}	0,021 ^{ns}	6,1 ^{**}	0,77 ^{ns}	-
Resíduo	15	35,42	0,056	98,33	0,034	0,851	1,18	-
CV (%)		6,31	7,85	11,95	15,24	4,15	6,78	-

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

Observa-se que não houve efeito de extrato de folha de jucá sobre a porcentagem e índice de velocidade de emergência, normalidade e matéria seca de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, com as plântulas de milho se apresentando imunes à ação deste extrato para as demais variáveis analisadas. Já

quando se avaliou matéria seca, observou-se que não houve influência de extrato em seus valores, comparado à testemunha, para nenhuma espécie teste (Tab. 5).

Tabela 5- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de folha de jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS (g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
1	93 a	4,38 a	91 a	1,83 a	12,3 a	16,1 a	5,3 a
0,5	98 a	4,74 a	95 a	1,92 a	12,1 a	17,4 a	5,7 a
0,25	96 a	4,86 a	96 a	1,84 a	12,1 a	17,8 a	5,2 a
0,125	95 a	4,86 a	95 a	1,93a	13,5 a	18,3 a	5,0 a
0	98 a	4,94 a	98 a	1,98 a	13,0 a	18,1 a	5,7 a
DMS ²	7,85	0,61	8,22	0,46	1,46	2,41	1,49
1	100 a	4,10 a	89 a	0,48 a	14,8 a	12,4 ab	-
0,5	98 a	4,14 a	84 a	0,45 a	12,9 b	13,1 ab	-
0,25	99 a	4,41 a	90 a	0,48 a	11,3 c	12,3 b	-
0,125	98 a	4,11 a	88 a	0, 41 a	12,0 c	12,2 b	-
0	99 a	4,18 a	94 a	0,45 a	13,5 b	14,0 a	-
DMS ²	5,28	0,36	12,99	0,2	0,98	1,58	-
1	94 a	2,88 a	79 a	1,11 a	23,4 a	15,6 a	-
0,5	95 a	2,80 a	79 a	1,18 a	23,4 a	15,9 a	-
0,25	98 a	3,23 a	89 a	1,30 a	20,5 b	15,7 a	-
0,125	94 a	3,08 a	85 a	1,25 a	21,7 ab	16,4 a	-
0	91 a	3,06 a	84 a	1,21 a	22,3 ab	16,6 a	-
DMS ²	12,99	0,52	21,66	0,4	2,02	2,37	-

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. DMS= Diferença mínima significativa. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

O fato de os efeitos alelopáticos não terem sido observado na germinação não descarta sua ação sobre o crescimento da plântula, de vez que a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento da plântula (FERREIRA; ÁQUILA, 2000).

Estudando a atividade de extratos de folhas de *Pinus* sp., milheto (*Pennisetum americanum* L.) e mucuna (*Stizolobium aterrimum*) sobre a germinação e crescimento inicial de milho e feijão, Faria et al. (2009) observaram que os índices de velocidade de germinação e porcentagem de germinação do milho não foram afetados pelos extratos, mas ocasionaram redução na germinação de sementes do feijão comum. Souza e Cardoso (2013) observaram redução na porcentagem de germinação do feijão comum na presença do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis*.

Analizando-se o desenvolvimento das plântulas de melão e feijão-caupi nos parâmetros comprimento de raiz e parte aérea, obervou-se que as maiores concentrações do extrato propocionaram acréscimos no tamanho das plântulas, e as menores concentrações foram responsáveis por afetar negativamente o desenvolvimento de raiz e parte aérea do melão e parte aérea no feijão-caupi, tudo isto comparado ao controle. Esta afirmativa pode ser demonstrada pelo aumento de 1,5 cm nas médias de plântulas de melão e de feijão-caupi, comparados ao controle.

Por isso, não se deve devincular o conceito de alelopatia dos efeitos benéficos, de vez que dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo de sua concentração no ambiente (RICE, 1979).

O estímulo no desenvolvimento provocado pela atividade de extrato também foi observado nos estudos de Ferreira et al. (2010), ao perceberem que as maiores concentrações do extrato de folhas de sabiá (*Mimosa caesalpinaefolia* Benth.) impulsionaram a germinação e crescimento das plântulas de fava.

Faria et al.(2009) observaram que o extrato de milheto (*Pennisetum americanum* L.) causou aumento no comprimento de radícula e no comprimento de hipocótilo no milho, ao passo que no estudo em questão verificou-se que o extrato

de folhas de jucá proporcionou estímulo à formação de raízes de plântulas de melão e feijão-caupi.

Comportamento semelhante foi observado por Almeida e Rodrigues (1985) ao verificarem pouca interferência dos extratos aquosos de trigo e aveia sobre a germinação da soja e outras culturas, além de redução no comprimento de raiz e da parte aérea destas plântulas teste. Enfim, pode-se dizer que os efeitos alelopáticos ficaram mais evidentes no desenvolvimento do que sobre a emergência das plântulas.

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do milho, melão e feijão-caupi ficou comprometido pela atividade biológica de extrato de sementes e folhas de jucá, mas as plântulas de milho foram as mais indiferentes à atividade desses extratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. Plantio direto. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Guia de herbicidas**: Contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina, IAPAR, 1985. p. 341-399.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. 3rd. ed. Rome: FAO, 1994. 174p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29.

AQUILA, M. E. A. Efeito alelopático de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Iheringia, Série Botânica**, Rio Grande do Sul, v. 53, p. 51-66, 2000.

BACCHI, E. M.; SERTIE, J. A. A.; VILLA, N., KATZ, H. Anti-ulcer action and toxicity of *Styrax camporum* and *Caesalpinia ferrea*. **Planta Medica**, v. 61, p. 204–207, 1995.

BELL, D. T. The influence of osmotic pressure in test for allelopathy, *Bromus rigidus*, *Adenostoma fascicularum*, *Brassica nigra*. **Trans. Illinois. State, Academy of Science**, v. 67, p. 312-317, 1974.

BORELLA, J.; WANDSCHEER, A. C. D.; BONATTI, L. C.; PASTORINE, L. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 260- 265, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 399p. 2009.

BUKOWSKA, B.; KOWALSKA, S. Phenol and catechol induce prehemolytic and hemolytic changes in human erythrocytes. **Toxicology Letters**, v. 152, p. 73-84, 2004.

CARDOSO, V. M. S.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *eucalyptus grandis* sobre a germinação de *lactuca sativa* l. (alface) e *phaseolus vulgaris* l. (feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**. Avaré, v. 3, n. 2, p. 01-06, 2013.

CARVALHO, J. C. T., TEIXEIRA, J. R. M., SOUZA, P. J. C., BASTOS, J. K., SANTOS FILHO, D., SARTI, S. J., Preliminary studies of analgesic and anti-inflammatory properties of *Caesalpinia ferrea* crude extract. **Journal Ethnopharmacol**, v. 53, p. 175–178, 1996.

CARVALHO, J. C. T. *Caesalpinia ferrea (Pau-ferro): Avaliação da atividade antiinflamatória e analgésica*. 1993. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1993.

CAVALEIRO, M. G.; FARIAS, D. F.; FERNANDES, G. S.; NUNES, E. P.; CALVACANTE, F. S.; VASCONCELOS, I. M.; MELO, V. M. M.; CARVALHO, A. F. U. Atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., Leguminosae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Curitiba, v. 19, n. 2, p. 586-591, 2009.

CAVALCANTE, R. **As plantas medicinais na Odontologia: um guia prático**. Expressão Gráfica, Rio Branco, 2008.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 1, p. 108-111, 2011.

EYER, P.; HESTLE, H.; KIESE, M.; KLEIN, G. Kinetics of ferrihaemoglobin formation by some reducing agents and the role of hydrogen peroxide. **Molecular Pharmacology**, v. 11, p. 326-334, 1975.

FARIA, T. M.; JÚNIOR, F. G. G.; DE SÁ, M. E.; CASSIOLATO, A. M. R. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais na germinação, colonização micorrízica e crescimento inicial de milho, soja e feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1625-1633, 2009.

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

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 2008. 662p.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 463-467, 2010.

FRIEDMAN, J.; WALLER, G. R. Caffeine hazards and their prevention in germinating seeds of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Chemical Ecology**, v. 9, n. 8, p. 1099-1106, 1983.

GONZALEZ, V.; NIMBAL, C. I.; WESTON, L. A.; CHENIAE, G. M. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by sorgoleone, a natural product. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 1415-1421, 1998.

GOMES, F. M.; FORTES, A. M. T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *zea mays* (L.) e *bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 1, p. 48-56, 2013.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: **Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**, v. 1. 5. ed. Nova Odessa: Instituto plantarum. 2008. 384p.

MACÍAS-RUBALCAVA, M. L.; HERNÁNDEZBAUTISTA, B. E.; ANAYA, A. L. Production of allelopathic glycosidic resins in seeds and early development stages of *Ipomoea tricolor* L. (Convolvulaceae). **Allelopathy Journal**, Haryana, v. 21, n. 1, p. 107-118, 2008.

MACÍAS, F. A. Allelopathy, a natural strategy for weed control. **Comm. Appl. Bio. Sci**, Ghent. University, v. 69, n. 3, 2004.

MACÍAS, F. A.; MOLINILO, J. M. G.; VARELA, R. M.; GALINDO, J. C. G. Allelopathy- a natural alternative for weed control. **Pest Management Science**, v. 66, n. 4, p. 327-348, 2007.

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

MANOEL, D. D; DOICHE, C. F. R.; FERRARI, T. B.; FERREIRA, G. Atividade alelopática dos extratos fresco e seco de folhas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) e pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de tomate. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 63-70, 2009.

MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no noredeste do brasil. 3.ed. Fortaleza: Imprensa universitária, 2007. 365p.

MARASCHIN-SILVA, F.; ÁQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq. **Iheringia**, Série Botânica. Rio Grande do Sul, v. 60, p. 91-98, 2005.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1397-1403, 2012.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae) **Acta Botanica Brasilica**, Belo horizonte, v. 26, n. 3, p. 685-690. 2012.

PEREIRA, L. P. P.; SILVA, R. O.; BRINGELA, P. H. S. F.; SILVA, K. E. S. S.; ASSREUYA, A. M. S.; ALVES, M. G. Polysaccharide fractions of *Caesalpinia ferrea* pods: Potential anti-inflammatory usage. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 139, p. 642-648, 2012.

POWELL, R. G.; PLANTINER, R. D.; SUFFENSS, M. Occurrence of sesbanimide in seed of toxic *Sesbania* species. **Weed Science**, v. 38, n. 2, p. 148-152, 1990.

PRATES, H.; PAES, J. M. V.; PIRES, N. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. **Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:999-914, 2000.

PUTNAM, A. R. **In Weed Physiology. Reproduction and Ecophysiology**. Ed. SO Duke, v. 1. CRC. Prees, Boca Raton, Florida, 1985.

RICKLI1, H. C.; FORTES, A. M. T.; DA SILVA, P. S. S.; PILATTI, D. M.; HUTT, D. R. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 473-484, 2011.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V.; MUKERJEE, D. 1,3,7- Trimethylxantine an allelochemical from seeds of *Coffea arabica*: some aspects of its mode of action as a natural herbicide. **Plant Soil**, New York. v. 98, n. 1, p. 81-91, 1987.

RIZZINI, C. T. **Botânica econômica brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 248p.

SILVA, J. P.; CROTTI, A. E. M.; CUNHA, W. R. Antifeedant and allelopathic activities of the hydroalcoholic extract obtained from Neem (*Azadirachta indica*) leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 529-532, 2007.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *eucalyptus grandis* sobre a germinação de *lactuca sativa* L. (alface) e *phaseolus vulgaris* L.(feijão) **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, v. 3, n. 2, p. 2237-3462, 2013.

SOUZA, F. et al. Allelopathic potential of bark and leaves of *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (**Rutaceae**). **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 169-174, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

UEDA, T., YAMAGUCHI, M., UCHIMIYA, H., NAKANO, A., Ara, a plant-unique novel type Rab GTPase, functions in the endocytic pathway of *Arabidopsis thaliana*. **The Embo Journal**, v. 20, p. 4730-4741, 2001.

VAN STADEN, J.; GROBBELAAR, N. The effect of sesbanimide and *Sesbania* seed extracts on germination and seedling growth of a number of plant species. **Environmental and Experimental Botany**, v. 35, n. 1, p. 321-329, 1995.

CAPÍTULO IV

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE MULUNGU

(*Erythrina velutina* WILLD.)

RESUMO

Espécies do bioma caatinga, a exemplo da *Erythrina velutina* Willd, têm sido alvo de estudos fitoquímicos e alelopáticos. Por isso, a pesquisa em questão buscou verificar a atividade de extratos aquosos de sementes e folhas de mulungu sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp.). Os bioensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, e os extratos secos e aquosos foram feitos no Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, no período novembro de 20011 a abril de 2012. As espécies testes foram milho, melão e feijão. Os extratos foram obtidos a partir de sementes e folhas de mulungu. O trabalho experimental foi composto de seis experimentos, onde cada extrato bruto e suas diluições (0,5, 0,25, 0,125%), testados em cada espécie, correspondiam a um experimento (E1, E2, E3 - extratos de semente de mulungu no milho, melão e feijão-caupi e E4, E5, E6 - extratos de folhas de mulungu no milho, melão e feijão. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições com vinte sementes. Os tratamentos foram compostos das concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, correspondentes de cada extrato. O comportamento das espécies teste diante dos extratos foi feito analisando-se as características de porcentagem e índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais, matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz e número de raiz no milho. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível 5% de probabilidade, analisadas pelo programa estatístico SISVAR. O extrato de sementes e folhas de mulungu afetou o processo de emergência e o desenvolvimento das plântulas de milho, melão e feijão- caupi

Palavras chave: Ação de extrato, espécie reativa, milho, melão, feijão-caup

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF MULUNGU SEEDS AND LEAVES

(*Erythrina velutina* WILLD.)

ABSTRACT

Species from the biome Caatinga, as *Erythrina velutina* Willd, are being investigated by phyto-chemical and allelopathic. Thus, this research tried to test the activity of the aqueous extracts of mulungu seeds and leaves on the emergence and development of corn seedlings (*Zea mays* L.), melon (*Cucumis melo* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp.). The bioassays were accomplished on Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, and the dry and aqueous extracts were made on Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, from November 2011 to April 2012. The litmus species were corn, melon and cowpea. The extracts were obtained from mulungu seeds and leaves. The experimental work was composite by six experiments, in which each raw extract and their dilutions (0.5, 0.25, 0.125%), tested in each species, corresponded to an experiment (E1, E2, E3 – extracts of mulungu seeds on corn, melon e cowpea and E4, E5, E6 - extracts of mulungu leaves on corn, melon and cowpea). The statistical design was completely randomized with four replications with twenty seeds. The treatments were composite by the concentrations 1, 0.5, 0.25, 0.125 and 0%, corresponding to each extract. The behavior of the litmus species was tested through the analysis of percentage, emergence speed index, percentage of normal seedlings, dry matter, aerial parts length and root and number of root on corn. The averages were compared by Tukey test, at 5% probability, analyzed by the statistical program SISVAR. The extracts of mulungu seeds and leaves affected the emergence and development of corn, melon and cowpea seedlings.

Keywords: Extract action, reactive species, corn, melon, cowpea.

1. INTRODUÇÃO

Erythrina velutina Willd. é uma espécie medicinal do táxon genérico *Erythrina*, nativa das áreas tropicais na América Latina. É uma planta espinhenta de 8-12 m de altura, decídua, heliófita, característica de várzeas e beiras de rios da caatinga da região semiárida do Nordeste, podendo também ser encontrada na orla marítima de Pernambuco e na floresta latifoliada semidecídua de Minas Gerais e São Paulo.

A espécie velutina é hermafrodita, cujas flores têm cor vermelha, bastante visitada por pássaros que sugam seu néctar. Estas estão dispostas em pequenos racemos nas plantas quase sem folhas, dando-lhe aspecto ornamental e festivo. Sua madeira é empregada na confecção de tamancos e jangadas, sendo também usada em sombreamento de cacaueiros (MATOS, 2007; LORENZI, 2008).

Na medicina popular, é empregado como medicação caseira para acalmar as pessoas muito excitadas, promover um sono tranquilo, aliviar crises de palpitação do coração e para expectorar, mas é preciso muita cautela em seu uso, pois muito ainda tem a ser feito em termos de pesquisas que verifiquem os efeitos nocivos do mau uso desta planta (MATOS, 2007). O infuso das cascas é empregado como calmante e sedativo de tosses e bronquites, bem como para tratamento de verminoses e hemorroidas (LORENZI, 1992; AGRA et al., 2007; 2008).

A presença de alcalóides e flavonoides, isolados de plantas pertencentes ao gênero *Erythrina*, tem sido identificada em estudos fitoquímicos (CUNHA et al., 1996; RABELO et al., 2001), assim como foi demonstrado em estudos preliminares que os extratos de *Erythrina velutina* apresentaram ação anestésica, antiagressiva, antiinflamatória, ansiolítica e antibacteriana, antinociceptiva, ansiolítica-sedativa, relaxante muscular e antibacteriana (MARCHIORO et al., 2005; DANTAS et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2004; VIRTUOSO et al., 2005; RAUPP, 2006; SANTOS et al., 2007). Estas características podem estar associadas ao fato de a

velutina ser uma espécie bioprodutora de diferentes metabólitos: alcaloides, flavonoides e taninos (LOPES, 2010).

Algumas espécies de plantas podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento de outras. A explicação para este fenômeno só veio na década de 1930 com o pesquisador Hans Molisch, que descreveu a alelopatia como as interações químicas positivas e negativas de plantas e micro-organismos.

A alelopatia tem sido descrita como qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta (incluindo micro-organismos) exerce sobre outra, em virtude da produção de compostos químicos, ou aleloquímicos, liberados no ambiente (RICE, 1992).

Espécies do bioma Caatinga, a exemplo da *Erythrina velutina*, vêm sendo alvo de estudos fitoquímicos e alelopáticos (LOPES, 2010; OLIVEIRA E COELHO, 2012 e 2013). A síntese de compostos secundários varia na planta de acordo com seu estágio de desenvolvimento e as condições climáticas reinantes no local. Por isso, o bioma caatinga torna-se favorável à produção desses compostos de defesa.

O conhecimento dos efeitos alelopáticos por meio de bioensaios, a caracterização dos grupos de compostos responsáveis pela alteração metabólica do organismo alvo e a descoberta dos mecanismos de produção destes pela planta podem contribuir na busca por defensivos agrícolas, na compreensão do antagonismo de cultivos consorciados ou sucessivos, na diminuição do uso de herbicidas sintéticos - substituindo-os por processos de alelopatia na proposição de um melhor manejo de controle das ervas daninhas por meio de rotação de cultivos e na adequação de sistema de semeadura entre espécies, além de sistemas agroecológicos (VENZON et al., 2005).

Por essa razão, o objetivo da pesquisa foi verificar a atividade de extratos aquosos de sementes e folhas de mulungu sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A condução dos bioensaios deu-se no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a preparação dos extratos secos e aquosos ocorreu no Laboratório de Análise Cromatográfica da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró, entre os meses de novembro de 2011 e abril de 2012.

As espécies teste foram milho AL Bandeirante (*Zea mays* L.), melão Iracema (*Cucumis melo* L.) e feijão BR 17 Gurgueia (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

Inicialmente, foi feito um teste de emergência em areia lavada para cada espécie. No milho, a porcentagem de emergência foi de 97,5%, no melão de 100% e no feijão de 91,25%.

Os extratos secos foram constituídos de sementes e folhas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild), coletando-se pela manhã folhas jovens de uma matriz adulta em novembro de 2011 e sementes de matrizes adultas em maio de 2010, no campo da UFERSA. As sementes ficaram armazenadas por três anos em câmara fria (14°C de temperatura e UR de 45%).

Uma solução hidroalcóolica 70% (70% de etanol e 30% de água destilada) foi preparada visando à extração do material e corrigida com auxílio de um alcoômetro Gay-Lussac 20°C.

A extração do material deu-se com 675 g de semente e 230 g de folhas, previamente secas em estufa a uma temperatura de 50°C durante 48 h, sendo trituradas em liquidificador doméstico até a formação de pedaços minúsculos, não chegando a pó, pois desta maneira o processo de filtração era facilitado.

A partir deste material fragmentado, inicia-se seu processo de extração, acondicionando-o em recipientes de vidro fosco de capacidade de 1L e adicionando um volume da solução hidroalcóolica de 950 mL nas folhas e de 700 mL nas sementes, sendo que nas demais extrações a solução adicionada variou com a quantidade do material retirado em cada extração, de forma que o recipiente estava sempre preenchido até sua capacidade volumétrica.

As sementes e folhas de mulungu passaram por seis extrações, sendo que o período entre uma extração e outra era de três e quatro dias, porque se observou que a extração dos compostos químicos era maior na medida em que se prolongava seu período, sendo que o material foi submetido a constantes agitações durante todo o período de extração para potencializar a ação do solvente.

Uma vez extraído, esse material foi filtrado, rotoevaporado e levado ao banho-maria a 60 °C para promover a secagem gradativa do líquido até se obter uma massa seca de 112 g de metabólitos extraídos das sementes e 97,74 g de metabólitos extraídos das folhas do mulungu, ficando armazenada em geladeira comum a temperatura de 7°C até o momento de serem empregadas na obtenção dos extratos brutos.

Os extratos aquosos foram obtidos pesando-se 20 g do extrato seco de sementes e folhas de mulungu, em uma balança de precisão (quatro casas decimais), e diluindo-se estas massas separadamente em 2000 ml até a formação de duas misturas, as quais foram levadas ao ultrassom por 35min para proporcionar maior solubilidade dos constituintes apolares, depois foram submetidas a três filtrações simples, usando-se um funil de vidro vedado com algodão. Ao fim do processo, a parte filtrada formava a concentração bruta de cada extrato diluído nas variadas concentrações.

Os extratos foram acondicionados em recipientes de vidro fosco a fim de reduzir os efeitos da luz e amenizar os riscos de fotodegradação, posteriormente foi determinado o pH, condutividade elétrica e potencial osmótico, obtido a partir da fórmula proposta por AyersWestcot (1994) dos extratos, ficando estes armazenados em geladeira até o momento de seu uso nos bioensaios.

Os diferentes níveis de concentrações produzem respostas diferenciadas na morfologia e fisiologia das plantas. Por essa razão, a pesquisa buscou na literatura métodos que apresentassem dosagens próximas das condições naturais. Daí foram selecionadas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0% (testemunha)), sendo que as diluições foram obtidas a partir da maior concentração.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 sementes. Cada extrato composto de sementes e folhas de

mulungu nas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%) constituiu um experimento, onde foi testada sua possível atividade alelopática no crescimento e desenvolvimento das espécies alvo (milho, melão e feijão).

O trabalho foi composto de seis experimentos (E1, E2, E3 – extratos de semente de mulungu no milho, melão e feijão e E4, E5, E6 – extratos de folha de mulungu no milho, melão e feijão) nas cinco concentrações, conduzidos em bandejas de polietileno (profundidade 17 cm, largura 9,5 cm e altura 4,3 cm), esterilizadas com álcool, contendo 400 g de areia lavada e esterilizada de acordo com Brasil (2009).

Cada unidade experimental foi umedecida com 50 ml de extrato, sendo seu conteúdo revolvido, de modo a garantir umidade uniforme dentro da parcela, e nivelado com o auxílio de uma espátula. Após isso, foram feitos furos circulares (1cm) de profundidade 6,5 cm, onde se distribuíram uniformemente as 20 sementes. As caixas plásticas foram acondicionadas em germinadores com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 h, durante sete (milho) e oito (melão e feijão-caupi) dias.

O critério de emergência das plântulas foi a emissão do coleóptilo (milho) e cotilédones (feijão-caupi e melão). A contagem das sementes emergidas foi diária. As avaliações das plântulas ocorreram no sétimo (milho) e oitavo (melão e feijão-caupi) dia após a semeadura, classificando-as em normais ou anormais, segundo Brasil (2009). A medição da parte aérea e da raiz de todas as plântulas normais foi feita com auxílio de uma régua. No milho, contabilizou-se também o número de raízes manualmente.

Para a determinação de massa seca das plântulas normais, utilizou-se estufa de circulação de ar forçado sob uma temperatura média de 65°C por um período de 24 h. O material foi colocado em dessecador para promover seu resfriamento sem trocar calor com o ambiente, logo depois foi feita a pesagem do material em balança de precisão.

As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz (distância em mm do colo até o ápice

meristemático) e da parte aérea (distância em mm do colo até o ápice), número de raízes (milho).

O índice de velocidade de emergência (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) pela fórmula $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; em que: G_1 , G_2 , G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagens; e N_1 , N_2 , N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagens.

A análise de variância foi efetuada pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH e o potencial osmótico dos extratos de sementes e folhas de mulungu e suas diluições estão dentro dos padrões normais, não sendo, portanto, responsáveis por possíveis alterações nas médias das variáveis analisadas (Tab.1).

Tabela 1- Características físico-químicas do extrato aquoso de semente e folhas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) utilizados nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.

Concentração (%)	pH	PO (Mpa)
Sementes		
1	5,6	- 0,0197
0,5	5,55	- 0,0139
0,25	5,53	- 0,0066
0,125	6,11	- 0,0044
0	5,11	0
Folhas		
1	5	- 0,0985
0,5	5,01	- 0,0507
0,25	5,04	- 0,0285
0,125	5,04	- 0,0135
0	5,11	0

3.1. Extrato de semente de mulungu

As espécies testes apresentaram-se sensíveis à atividade do extrato de sementes de mulungu, o que é refletido na diferença estatística de todos os parâmetros avaliados no milho, com exceção do número de raízes, no índice de velocidade de emergência, porcentagem de normais no melão e comprimento de parte aérea e raiz no melão e feijão-caupi (Tab. 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	276,9 *	1,07 **	360,63 *	2,27 **	3,46 **	9,91 **	0,3 ^{ns}
Resíduo	15	82,5	0,23	102,08	0,38	0,44	0,81	0,18
CV (%)		10,04	10,48	11,92	19,07	4,25	5,45	8,09
Melão								
Concentração	4	5,0 ^{ns}	0,35 **	29,38 *	0,23 ^{ns}	0,79 **	2,81 **	-
Resíduo	15	2,9	0,02	7,08	0,123	0,07	0,46	-
CV (%)		1,72	3,31	2,74	25,34	2,01	10,29	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	23,1 ^{ns}	0,097 ^{ns}	85,66 ^{ns}	0,09 ^{ns}	10,11 **	1,27 **	-
Resíduo	15	40,83	0,10	84,17	0,07	0,52	0,29	-
CV (%)		6,62	6,38	11,69	18,23	3,40	3,72	

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

As plântulas de milho e melão tiveram seu processo de emergência comprometido na presença do extrato aquoso de sementes de mulungu em sua maior concentração, o que foi expresso pela redução nas médias de porcentagem e índice de velocidade de emergência, comparadas ao controle. Entretanto, as

plântulas do feijão-caupi não sofreram danos em seu processo de emergência, não havendo diferença estatística entre os tratamentos para estas variáveis (Tab.3).

Tabela 3- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de semente de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
Milho							
1	76 b	3,69 b	69 b	2,47 b	14,79 b	15,25 c	4,75 a
0,5	91 ab	4,61 ab	80 ab	3,6 ab	15,47 b	15,22 c	5,16 a
0,25	93 ab	4,69 ab	86 ab	4,10 a	15,79 ab	15,71 bc	5,29 a
0,125	95 ab	4,94 a	91 a	3,83 a	16,99 a	18,72 a	5,29 a
0	98 a	4,96 a	93 a	2,48 b	14,69 b	17,57 ab	5,52 a
DMS ²	19,84	1,05	22,07	1,34	1,44	1,96	0,92
Melão							
1	98 a	4,07 c	93 b	1,61 a	12,94 bc	5,66 b	-
0,5	100 a	4,45 b	98 ab	1,57 a	12,64 c	6,25 ab	-
0,25	100 a	4,49 b	99 a	1,47 a	13,51 ab	6,19 ab	-
0,125	100 a	4,86 a	99 a	1,21 a	13,71 a	7,67 a	-
0	99 a	4,69 ab	99 a	1,05 a	13,48 ab	7,31 a	-
DMS ²	3,73	0,33	5,81	0,76	0,58	1,49	-
Feijão-caupi							
1	98 a	5,16 a	71 a	1,28 a	23,71 a	14,89 ab	-
0,5	99 a	5,01 a	83 a	1,71 a	20,30 c	14,05 b	-
0,25	98 a	4,82 a	79a	1,47 a	20,30 c	14,06 b	-
0,125	93 a	4,81 a	78 a	1,42 a	20,01 c	14,31 ab	-
0	96 a	5,08 a	83 a	1,47 a	22,12 b	15,33 a	-
DMS ²	13,96	0,69	20,04	0,59	1,58	1,18	-

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

Uma provável explicação para o ocorrido seria a intervenção destes extratos sobre a divisão celular, permeabilidade de membranas e atividade de enzimas durante a germinação de sementes (RODRIGUES et al., 1992).

Resultados semelhantes foram apresentados por Oliveira et al. (2012) ao perceberem que, independentemente da temperatura de extração, os extratos de sementes de mulungu reduziram a porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface.

Existe uma série de estudos que comprovam a atividade alelopática de espécies do bioma caatinga já no processo germinativo, mesmo este sendo considerado menos sensível à ação destes compostos alelopáticos (FERREIRA E ÁQUILA, 2000). Macias et al. (2000) e Brito (2010) verificaram que o extrato da jurema-preta influenciou negativamente a germinação de sementes de milho.

Os extratos de marmeleiro e de jurema preta reduziram a porcentagem de emergência de plântulas de feijão-caupi em 0,082% e 0,0057%, respectivamente, para cada unidade porcentual da concentração do extrato (Brito, 2010).

Coelho et al. (2011) verificaram que o extrato de sementes de juazeiro a 25°C reduziu a porcentagem de germinação de sementes de alface para 13%. Silveira et al. (2011), estudando a atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface, constataram que o extrato obtido a 100°C reduziu a porcentagem de germinação das sementes da espécie alvo.

O extrato de semente de mulungu, em sua maior concentração, afetou a formação de plântulas no melão e milho, causando redução nas médias de porcentagem de plântulas normais, comparado à testemunha. Já o feijão-caupi se mostrou insensível para esta variável, à atividade do extrato, independentemente de suas diluições.

Resultados não similares, em relação ao desenvolvimento normal da plântula, foram encontrados por Anthofer et al. (1998), que identificaram efeitos inibidores de *E. abyssinica* sobre o desenvolvimento de plântulas de trigo e por Soares et al. (2002) e Virtuoso (2005), que evidenciaram, respectivamente, o efeito

alelopático de folhas de *E. speciosa* e casca de *E. velutina* sobre o desenvolvimento de plântulas de alface.

A matéria seca das plântulas teste não sofreu alteração na presença do extrato, comparada à testemunha, com exceção do milho, que teve suas médias quase duplicadas na presença do extrato em suas concentrações mais baixas (0,25 e 0,125%), o que demonstra que o efeito alelopático foi positivo para a massa seca de plântulas de milho.

Efeitos positivos sobre o desenvolvimento de espécies, na presença de extrato de plantas em potencial, foram verificados no trabalho de Vasconcelos et al. (2011), ao avaliarem que o extrato de confrei na concentração 0,01mL/L aumentava o vigor de sementes de girassol.

Porém, os efeitos nem sempre são benéficos. Muniz et al. (2007), testando a atividade de extrato aquoso de tiririca na qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão-caupi, soja e alface, perceberam que eles não influenciaram a matéria seca destas espécies.

Quando se avaliou o efeito das doses, percebeu-se que as menores concentrações do extrato de semente de mulungu estimularam o desenvolvimento de parte aérea do milho e melão, comparado à testemunha, e as maiores foram responsáveis por reduzir o tamanho de raízes do milho, melão e feijão-caupi, mas a concentração 1% propiciou maior desenvolvimento de parte aérea no feijão-caupi.

Estudando o comportamento do milho na presença de extrato aquoso de leucena (*Leucaena leucocephala*), Pires et al. (2001) observaram que a espécie testada sofreu influência do extrato, havendo ligeiro estímulo ao desenvolvimento das plântulas nas concentrações 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2% e redução no seu crescimento na dose de 6,4%.

Resultado semelhante foi observado nos estudos de Pires et al. (2001) e Prates et al. (2000), nos quais o extrato de leucena (*L. leucocephala*) provocou redução no tamanho de raízes de plântulas de milho e o efeito foi crescente com o aumento da dose.

Efeito inibitório no desenvolvimento de raiz também foi registrado no trabalho de Hernández Terrones et al. (2007), ao verificarem atividade inibitória no

desenvolvimento da raiz do capim-colonião (*Panicum maximum*) quando na presença de extrato de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). Assim, pode-se dizer que a interferência no desenvolvimento da radícula é um dos melhores indicadores para o estudo de extratos com potencial alelopático (Souza- Filho et al., 1997).

3.2. Extrato de folhas de mulungu

O milho foi indiferente à atividade do extrato de folhas de mulungu, com exceção da variável número de raízes, no qual se identificou diferença estatística. No melão, todas as variáveis diferiram do controle e no feijão, identificando-se diferença estatística entre os tratamentos apenas nos parâmetros IVE e CPA (Tab. 4).

TABELA 4- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes (milho) de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna. unguiculata* L. Walp.) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	123,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	143,85 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,2 [*]
Resíduo	15	55,42	0,15	73,33	0,12	0,34	0,69	0,04
CV (%)		8,25	9,19	10,38	10,67	5,26	5,10	4,18
Melão								
Concentração	4	88,8 ^{**}	0,59 ^{**}	390,66 ^{**}	0,07 [*]	9,67 ^{**}	7,43 ^{**}	-
Resíduo	15	8,33	0,04	38,75	0,02	0,23	0,58	-
CV (%)		3,01	4,51	7,01	7,77	3,32	7,29	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	9,38 ^{ns}	0,29 [*]	26,25 ^{ns}	0,03 ^{ns}	24,3 ^{**}	0,16 ^{ns}	-
Resíduo	15	23,75	0,10	40,00	0,05	0,94	0,70	-
CV (%)		5,06	5,99	7,76	15,97	3,98	5,61	

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

De acordo com a Tabela 5, as plântulas de milho apresentaram mais resistência à atividade do extrato de folha de mulungu e suas diluições, não havendo diferença estatística entre os tratamentos para a maioria das características avaliadas e comprometimento apenas para o número de raiz, em sua maior concentração

Tabela 5- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas ao extrato aquoso de folha de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
Milho							
1	81 a	3,71 a	73 a	2,99 a	11,04 a	15,66 a	4,81 b
0,5	91 a	4,26 a	84 a	3,14 a	11,18 a	15,91 a	4,97 ab
0,25	96 a	4,55 a	89 a	3,39 a	11,37 a	17,19 a	5,04 ab
0,125	93 a	4,47 a	84 a	3,19 a	11,56 a	16,87 a	5,03 ab
0	90 a	4,19 a	84 a	3,28 a	10,42 a	16,35 a	5,35 a
DMS ²	16,26	0,85	18,7	0,75	1,28	1,83	0,46
Melão							
1	89 b	3,89 b	73 b	1,60 b	16,94 a	8,69 c	
0,5	94 ab	4,38 a	87 a	1,76 ab	13,87 bc	9,85 bc	
0,25	99 a	4,77 a	96 a	1,94 a	14,48 b	10,25 bc	
0,125	100 a	4,76 a	95 a	1,68 ab	12,88 c	11,45 ab	
0	99 a	4,74 a	94 a	1,78 ab	13,61 bc	12,16 a	
DMS ²	6,31	0,45	13,6	0,3	1,04	1,67	
Feijão-caupi							
1	98 a	5,71 a	83 a	1,48 a	26,92 a	14, 99 a	
0,5	96 a	5,22 ab	84 a	1,34 a	24,83 ab	14,80 a	
0,25	96 a	5,35 ab	84 a	1,30 a	26,11 a	15,06 a	
0,125	98 a	4,96 b	79 a	1,52 a	20,71 c	14,65 a	
0	94 a	5,21 ab	79 a	1,44 a	23,32 b	15,14 a	
DMS ²	10,64	0,69	13,81	0,49	2,12	1,83	

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa.

As plântulas de melão se mostraram altamente sensíveis à ação do extrato, de vez que todos os parâmetros de desenvolvimento (PE, IVE, PN, MS, CPA e CR) sofreram interferência negativa do extrato, principalmente em sua maior concentração.

Já as plântulas de feijão-caupi apresentaram sensibilidade intermediária, diferindo do controle apenas nas variáveis índice de velocidade de emergência e comprimento de parte aérea, pois o extrato em sua menor concentração atrasou a emergência e reduziu o tamanho das plântulas, e em sua maior concentração estimulou seu desenvolvimento de parte aérea.

Este estímulo pode está associado às observações de Tukey Júnior (1969), pois percebeu-se que os extratos de *Pinus* e milho proporcionaram incremento no comprimento de radícula e no comprimento de hipocótilo da soja, atribuindo a esse efeito estimulador o fato de que nem todas as substâncias liberadas pelas plantas são inibidoras mas, ao contrário, podem ser estimulantes, como os nutrientes minerais, aminoácidos e ácidos orgânicos, carboidratos e reguladores de crescimento.

Estas observações comprovam que os efeitos benéficos de uma planta sobre outra não devem ser desvinculados do conceito de alelopatia, de vez que dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo de sua concentração no ambiente (RICE, 1979).

Estudar resistência de plantas à ação de extrato vegetal não é uma tarefa fácil, pois o milho apresentou maior resistência à ação do extrato de folhas de mulungu, porém, em contraposição a estes dados, os trabalhos experimentais de Brito (2010) e Macias et al. (2000) testaram atividade alelopática de extrato de jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth.) sobre todas as variáveis estudadas no milho, chegando a indicar esta espécie como modelo em testes alelopáticos.

Essa divergência continua em outros trabalhos, como o de Melo et al. (2013), que afirmam que o extrato foliar de tremoço azul (*Lupinus albus* L.) provocou baixo efeito alelopático sobre o comprimento médio de raízes de milho, e os trabalhos de Pires et al. (2001) e Prates et al. (2000), os quais verificaram interferência alelopática negativa do extrato aquoso da leguminosa leucena (*L. leucocephala*) sobre o desenvolvimento das raízes de plântulas da mesma espécie.

A ação da *E. velutina* sobre o desenvolvimento de espécies teste também foi registrada no trabalho de Centenário et al., (2009), que afirmaram que amostras desta espécie inibiram o crescimento do hipocótilo de *L. sativa*, ressaltando que

esse resultado teria sido decorrente de possíveis alterações na fase da germinação, tendo como consequência a formação de plântulas com dificuldade de crescimento normal.

Outro trabalho com a *E. velutina* foi desenvolvido por Oliveira et al (2012), que verificaram atividade de extrato de sementes, flores e cascas de mulungu sobre a germinação de sementes da alface, causando atraso em seu processo germinativo e afetando seu desenvolvimento.

Uma provável explicação para a diferença entre os resultados em relação à alface e aos encontrados no presente estudo com o milho é que a alface é uma planta bioindicadora, por ser sensível a vários aleloquímicos (FERREIRA E ÁQUILA, 2000), tornando-se mais suscetível aos efeitos nocivos dos compostos secundários do que as plântulas do milho.

A forte atividade de extratos de folhas da *E. velutina* pode estar atribuída ao fato de que em estudo fitoquímico realizado por Bona (2009) foi registrada a presença de compostos potencialmente alelopáticos, como a saponina espumídica, açúcares redutores, fenóis, taninos, flavonoides, alcaloides, derivados de cumarina.

Assim, o mulungu, espécie da caatinga com enorme potencial fitoterápico, pode ser empregado também como fonte de biomoléculas para a síntese de herbicidas naturais, tendo em vista pertencer ao gênero *Erythrina*, importante fornecedor de alcaloides tetracíclicos do tipo eritrina, flavonoides, cumarinas e saponinas, substâncias conhecidas como aleloquímicos (CUNHA et al., 1996; RABELO et al., 2001; VIRTUOSO et al., 2005; CORRÊA et al., 2008; SOUSA et al., 2008).

4. CONCLUSÕES

Os extratos de sementes e folhas de mulungu foram efetivos no comprometimento da emergência e no desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. Alelopatia e as plantas. Londrina: IAPAR, Circular 53, 1988. 68p.

ANTHOFER, J.; HANSON, J.; JUTZI, S. C. Wheat growth as influenced by application of agroforestry treeprunings in Ethiopian highlands. **Agroforestry Systems**, v. 40, p. 1–18, 1998.

AGRA, M. F.; FRANÇA, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, p. 114-140, 2007.

AGRA, M. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FRANÇA, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, p. 472-508, 2008.

AYERS, R. S E WESTCOT, D. W. 1994, "Water Quality for Agriculture," Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev. 1 (Reprinted 1989, 1994).

BONA, A. P. **Estudos fitoquímico, alelopático, tóxico e mutagênico de *erythrina mulungum* Mart. ex Benth. utilizando bioensaios**. 2009. 70f. Dissertação (mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. DNPV. Divisão de Sementes e Mudanças. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: 2009. 365p.

BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

CENTENARO, C.; CORRÊA, L. G. P.; KARA, M. J.; VIRTUOSO, S.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 304- 308. 2009.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 1, p. 108-111, 2011.

CORRÊA, M. F. P.; MELO, G. O.; COSTA, S. S. Substâncias de origem vegetal potencialmente úteis na terapia da Asma. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18 (Supl.), p. 785-797, 2008.

CUNHA, E. V. L.; DIAS, C.; BARBOSA-FILHO, J. M.; GRAY, A. I. Eryvellutinone, an isoflavone from the stem bark of *Erythrina vellutina*. **Phytochemistry**, New York, v. 43, p. 1371-1373, 1996.

DANTAS, M. C.; DE OLIVEIRA, F. S.; BANDEIRA, S. M.; BATISTA, J. S.; SILVA, J. C. D.; ALVES, P. B.; ANTONIOLLI, A. R.; MARCHIORO, M. Central nervous system effects of the crude extract of *Erythrina velutina* on rodents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 129-133, 2004.

FERREIRA, D. F. 2008. Sistema de análise de variância de dados balanceados (SISVAR). Pacote computacional. Lavras: UFLA.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 18, 2004.

HERNÁNDEZ-TERRONES, M. G., MORAIS, S. A. L.; FERREIRA, S.; SANTOS, D. Q.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 755-762, 2007.

JAGER RAUPP, M. F. I. **Efeito ansiolítico da administração prolongada do extrato de Erythrina velutina no labirinto em cruz elevado**. Curitiba, 51f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Farmacologia, Universidade Federal do Paraná, 2006.

LOPES, C. R. F. R. *Erythrina Velutina* Willd: **Avaliação fitoquímica, farmacológica e biológica**. 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em ciências farmacêuticas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. São Paulo, Nova Odessa: Instituto plantarum, 2008. 384p.

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

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

MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais**: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 3.ed. Fortaleza: Imprensa universitária, 2007. 394p.

MARCHIORO, M.; BLANK, M. F. A.; MOURÃO, R. H. V.; ANTONIOLLI, A. R. Anti-nociceptive activity of the aqueous extract of *Erythrina velutina* leaves. **Fitoterapia**, v. 76, p. 637-642, 2005.

MELO, G. F.; FORTES, TEXEIRA, A. M.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays* (L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**. Cruz Alta, v. 8, n. 1, p. 48-56, 2013.

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

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. **Horticultura Brasileira**, Vitória da conquista, v. 30, n. 3, p. 480-483, 2012.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; DIÓGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Potencial alelopático do extrato aquoso de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 2, p. 252-257, 2013.

PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H. T.; FARIA, T. C. L.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 55-65, 2001.

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.

RABELO, L. A.; AGRA, M. F.; CUNHA, E. V. L.; SILVA, M. S.; BARBOSA-FILHO, J. M. Homohesperetin and phaseollidin from *Erythrina velutina*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 29, p. 543-544, 2001.

RAUPP, I. M.; SERENIKI, A.; VIRTUOSO, S.; GHISLANDI, C.; CALVALCANTE, E.; SILVA, E. L.; TREBIEN, H. A.; MIGUEL, G.;

ANDREATINI, R. Anxiolytic- like effect of chronic treatment with Erythrinavelutina extract in the plus-maze test. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 118, p. 295-299, 2008.

RAUPP, M. F. I. **Efeito ansiolítico da administração prolongada do extrato de Erythrina velutina no labirinto em cruz elevado**. Curitiba, 2006. 51f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Farmacologia, Universidade Federal do Paraná, 2006.

RIBEIRO, M. D.; ONUSIC, G. M.; POLTRONIERI, S. C.; VIANA, M. B. effect of *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in rats submitted to animal of anxiety and depression **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 39, p. 263-270, 2006.

RICE, E. L. Allelopathy effects on nitrogen cycling. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, H. **Allelopathy: Basic and applied aspects**. London, Chapman e Hall, p. 31-58, 1992.

RICE, E.L. Allelopathy: an update. **The Botanical Review**, Bronx, v. 45, 1979.

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

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1992. 18 p, Boletim.

SANTOS, M. R. V.; ALVES, P. B.; ANTONIOLLI, A. R.; MARCHIORO, M. Relaxant effect of the aqueous extract of *Erythrinavellutinaleaves* on rat vas deferens. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 17, p. 343-348, 2007.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Atividade alelopática do extrato aquoso de sementes de jurema preta na germinação de alface. **Revista Ciências Agrárias**, Amazonas, v. 54, n. 2, p. 101-106, 2011.

SOUSA, F. C. F.; MELO, C. T. V.; CITÓ, M. C. O.; FÉLIX, F. H. C.; SOARES, G. L. G. et al. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumasleguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 119-126, 2002.

SOUZA, R. S. O.; ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; AMORIM, E. L. C.

Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): a Review of its Traditional Use, **Phytochemistry and Pharmacology. Braz. Arch. Biol. Technol**, Uritiba, v. 51 n. 5, p. 937-947, 2008.

TUKEY JUNIOR, H. B. Implications of allelopathy in agricultural plant science. **The Botanical. Review**, v. 35, p. 1-16, 1969.

VASCONCELOS, V. C.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; VASCONCELOS, A. A.; ARAÚJO, C. M. Efeito do extrato de confrei na germinação e vigor de sementes de girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. **Anais...** Resumos. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2011.

VASCONCELOS, S. M. M.; FONTELES, M. M. F.; BARBOSA-FILHO, J. M.; VIANA, G. S. B.; Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 18, p. 642-654, 2008.

VASCONCELOS, S. M.; MACEDO, D. S.; MELO, C. T.; PAIVA, M. A.; RODRIGUES, A. C.; SILVEIRA, E. R. Central activity of hydroalcoholic extracts from *Erythrina velutina* and *Erythrina mulungu* in mice. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 56, p. 389-395, 2004.

VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J; PALLINI, A. 2005. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Belo Horizonte: EPAMIG. 359 p.

VIRTUOSO, S; DAVET, A; DIAS, J. F. G; CUNICO, M. M; MIGUEL, M. D; OLIVEIRA, A. B; MIGUEL, O. G. Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, p. 137-142, 2005.

CAPÍTULO V

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE SEMENTES E FOLHAS DE CUMARU

(*Amburana cearensis* A. C. SMITH.)

RESUMO

Amburana cearensis é uma espécie rica em cumarina, substância fenólica inibidora natural do processo de germinação. Em razão disso, o objetivo do presente estudo foi averiguar a atividade de extratos aquosos de folhas e sementes de cumaru sobre a emergência e desenvolvimento inicial do milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Os bioensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, e a obtenção dos extratos secos, fracionamento do extrato bruto e prospecção fitoquímica foram realizados no Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2013. O trabalho foi executado em três etapas. Na primeira foi feita a montagem dos bioensaios testando a atividade de extratos de sementes e folhas de cumaru, sendo que seu arranjo experimental ficou composto da seguinte forma: E1, E2, E3 - extratos de semente de cumaru no milho, melão e feijão-caupi e E4, E5, E6 - extratos de folhas de jucá no milho, melão e feijão-caupi. Na segunda fase, foi feito um fracionamento do extrato bruto de semente de cumaru com solventes de ordem crescente de polaridade (hexano, diclorometano, acetato de etila e aquoso), tendo em vista ter sido o que mais provocou efeitos deletérios, e testou-se sua atividade em sementes de melão. Os experimentos correspondentes a esta etapa foram: E1- extrato hexânico (1; 0,5; 0,25; 0,125; 0%), E2- extrato diclorometano nas concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125; 0%), E3 - extrato acetato de etila (1 e 0%), E4 – extrato aquoso (1 e 0%). E finalmente foi feita uma prospecção fitoquímica dos extratos do fracionamento. O delineamento estatístico aplicado nos bioensaios foi o inteiramente casualizado com quatro repetições com vinte sementes. Os tratamentos foram compostos das concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, correspondentes de cada extrato. Os possíveis efeitos alelopáticos foram contabilizado nas características de porcentagem e índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais, matéria seca, comprimento de parte aérea e raiz e número de raiz no milho. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível 5% de probabilidade, analisadas pelo programa estatístico SISVAR. A respeito dos dados coletados pode-se dizer que o extrato de folhas e principalmente o de sementes de cumaru foram altamente nocivos aos processos de emergência e desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi. Os extratos hexânicos foram o que mais proporcionaram efeito nocivo aos processos de emergência e de desenvolvimento das plântulas de melão. A cumarina foi o composto predominante em todos os extratos fracionados e o extrato hexânico foi o mais efetivo na emergência e desenvolvimento do melão.

Palavra chave: Ação de extrato, fracionamento, melão, prospecção fitoquímica.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF CUMARU SEEDS AND LEAVES

(*Amburana cearensis* A. C. SMITH.)

ABSTRACT

Amburana cearensis is a species rich in cumarina, phenolic substance that inhibits the natural process of germination. Thus, the objective of the study was to evaluate the activity of aqueous extracts of leaves and seeds of cumaru on the emergence and initial development of corn (*Zea mays* L.), melon (*Cucumis melo* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). The bioassays were accomplished on Laboratório de Análise de Sementes, UFERSA, and the obtaining of the dry extracts, fractionation of raw extract and phyto-chemical prospection were accomplished on Laboratório de Análise Cromatográfica, UERN, from November 2011 to February 2013. The research was accomplished in three parts. On the first part, the preparation of the bioassays testing the activity of cumaru seeds and leaves extracts, and its experimental arrangement was composite as follows: E1, E2, E3 – extracts of cumaru seeds on corn, melon and cowpea and E4, E5, E6 – extracts jucá leaves on corn, melon and cowpea. On the second part, it was made a fractionation of the raw extract of cumaru seed with solvents in polarity increasing order (hexane, dichloromethane, ethyl acetate and aqueous), considering it provoked more deleterious effects, and its activity on melon seeds was tested. The experiments corresponding to this stage were: E1 – hexanic extract (1, 0.5; 0.25, 0.125, 0%), E2 – dichloromethane extract on concentrations (1, 0.5, 0.25, 0.125, 0%), E3 – ethyl acetate extract (1 e 0%), E4 – aqueous extract (1 e 0%). And finally, it was made a phyto-chemical prospection of the fractionation. The statistical design applied on the bioassays was completely randomized with four repetitions with twenty weeks. The treatments were composite on the concentrations 1, 0.5, 0.25, 0.125 and 0%, corresponding to each extract. The possible allelopathic effects were measured with respect to percentage and emergence speed index, percentage of normal seedlings, dry matter, aerial parts length and root and number of root on corn. The averages were compared by Tukey test, at 5% probability, analyzed by the statistical program SISVAR. With respect to the collected data, it was possible to say cumaru leaves and seeds extracts were bad to the emergence and development of corn, melon and cowpea seedlings. The hexanic extracts provided more bad effects to the emergence and development of melon seedlings. Cumarina was the predominant composite in all extracts fractioned and the hexanic extract was the most effective on the emergence and development of melon.

Keywords: Extract action, fractionation, melon, phyto-chemical prospection.

1. INTRODUÇÃO

Amburana cearensis A. C. Smith é uma árvore conhecida popularmente como “umburana-de-cheiro” ou “cumarú” que ocorre desde a região Nordeste até o Centro Oeste, predominantemente na Caatinga e na floresta pluvial de Minas Gerais, no Vale do Rio Doce (ALMEIDA, 2010).

Sua madeira é empregada para mobiliário fino, folhas fraqueadas decorativas, tanoaria, esculturas lambris, balcões e marcenaria em geral (LORENZI, 2008). As cascas e sementes são utilizadas na medicina popular como antiespasmódicas, emenagogas e nas afecções do aparelho respiratório, indicadas no tratamento de bronquites, asma, gripes e resfriados. As sementes também são usadas em substituição da *Dipteryx odorata*, espécie bastante conhecida comercialmente pelo seu uso como aromatizante de medicamentos (LORENZI; MATOS, 2008).

A amburana-de-cheiro é uma espécie muito rica em cumarina, composto fenólico inibidor natural do processo de germinação. Sua presença no tegumento é responsável no controle da entrada de oxigênio no interior da semente, onde fixam O₂ que a semente está absorvendo, impedindo a chegada deste ao seu interior (FELIX, 2007; EDWARDS, 1973). Estas substâncias geralmente estão associadas ao processo de sobrevivência e estabelecimento das plantas e são denominadas de aleloquímicos.

Os aleloquímicos podem atuar como inibidores da germinação e do crescimento, pois interferem na divisão celular, na permeabilidade de membranas, na ativação de enzimas e na produção de hormônios nas plantas (RODRIGUES et al., 1999). Contudo, alguns autores afirmaram que estes compostos podem atuar como promotores de crescimento (YAMADA et al 1996, YOKOTANI-TOMITA et al., 1998), além de serem responsáveis por interferir na conservação, dormência e germinação de sementes, crescimento de plântulas e no vigor vegetativo de plantas adultas (MATA, 2007).

Rice (1984 e 1987) referiu-se à alelopatia como uma interação bioquímica entre quaisquer tipos de planta ou micro-organismos, sendo estas interações diretas

ou indiretas, danosas ou benéficas, havendo produção de substâncias químicas liberadas no meio, acrescentando a distinção entre alelopatia e competição, com a segunda vista como a remoção de algum fator do ambiente requerido por alguma planta em seu habitat.

A avaliação de efeitos alelopáticos tem sido feita com o uso de bioensaios a fim de obter respostas de interferência no crescimento e desenvolvimento de plântulas quando submetidas a extratos vegetais, e assim são feitas novas descobertas de espécies potencialmente alelopáticas, a exemplo das plantas da caatinga, que vivem em condições climáticas extremas, um habitat favorável na produção e expressão dos constituintes de defesa das plantas.

Nos estudos de alelopatia com espécies da Caatinga, verificou-se que os extratos da casca de amburana foram os que mais afetaram a porcentagem de germinação das sementes de *Sorghum bicolor* L. (SILVA et al., 2006); os extratos da polpa e da casca dos frutos de *Ziziphus joazeiro* Mart. apresentaram efeito alelopático desfavorável à germinação de sementes de *L. sativa* dependendo da concentração (OLIVEIRA et al., 2009) e os extratos de sementes do *Z. joazeiro* nas maiores concentrações afetaram a porcentagem e velocidade de germinação e proporcionaram plântulas anormais (COELHO et al., 2011); o extrato de cascas de *Mimosa tenuiflora* afetou o desenvolvimento das plantas de alface, mas não reduziu a germinação em relação à testemunha (SILVEIRA et al., 2012).

Por essa razão, o estudo buscou averiguar a atividade de extratos aquosos de folhas e sementes de cumaru sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Ensaios testando a atividade de sementes e folhas de cumaru

A realização dos bioensaios deu-se no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e a preparação dos extratos secos, o fracionamento e a prospecção fitoquímica foram realizados no Laboratório de Análise Cromatográfica da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró, entre os meses de novembro de 2011 a maio de 2012.

As espécie teste foram milho AL Bandeirante (*Zea mays* L.), melão Iracema (*Cucumis melo* L.) e feijão BR 17 Gurgueia (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

Inicialmente, foi feito um teste de emergência em areia lavada para cada espécie. No milho, a porcentagem de emergência foi de 94%, no melão de 100% e no feijão de 96%.

Os extratos secos foram constituídos de folhas jovens coletadas pela manhã de uma matriz adulta em novembro de 2011 e com sementes de cumaru colhidas em maio de 2010 de matrizes adultas no campo da UFERSA. As sementes ficaram armazenadas por 20 meses em câmara fria (14°C de temperatura e UR de 45%), seguindo a metodologia descrita por Matos (2007).

Uma solução hidroalcolica 70% (70% de etanol e 30% de água destilada) foi preparada visando à extração do material, corrigida com auxílio de um alcoômetro Gay-Lussac 20°C.

A extração deu-se com 480 g de semente e 135 g de folhas, previamente secas em estufa a uma temperatura de 50°C durante 48h e trituradas em moinho elétrico.

A partir deste material fragmentado, iniciou-se o processo de extração, acondicionando cada massa em recipientes de vidro fosco de capacidade de 1L e adicionando um volume inicial de 600 e 800 ml da solução hidroalcolica para folhas e sementes, respectivamente, sendo que nas demais extrações a solução

adicionada variou com a quantidade do material retirado em cada extração, de forma que o recipiente estava sempre preenchido até sua capacidade volumétrica.

O material passou por seis extrações, sendo que o período entre uma extração e outra era de três e quatro dias, porque se observou que a extração dos compostos químicos era maior na medida em que se prolongava seu período, sendo que durante o processo de extração os recipientes eram submetidos a constantes agitações para potencializar a ação do solvente.

Após esse período, o produto extraído era filtrado, rotoevaporado e colocado para secar em banho-maria a 60°C até a obtenção de uma massa seca de 115 g de metabólitos extraídos das sementes e 43 g de metabólitos extraídos das folhas de cumaru, ficando-as armazenada em geladeira comum, a temperatura de 7°C, até o momento de serem empregados na obtenção dos extratos brutos.

A obtenção dos extratos brutos deu-se pesando separadamente 20 g do extrato seco de sementes e folhas de cumaru, em uma balança de precisão (quatro casas decimais) e diluindo cada uma delas em um volume de 2000 ml até a formação de duas misturas, que foram levadas ao ultrassom por 35min para proporcionar maior solubilidade dos constituintes apolares, depois foram submetidas a três filtrações simples, usando para isso um funil de vidro vedado com algodão. Ao fim do processo, a parte filtrada formava a concentração bruta de cada extrato, diluído nas variadas concentrações.

Estes extratos ficaram acondicionados em recipientes de vidro fosco, a fim de reduzir os efeitos da luz e amenizar os riscos de fotodegradação, posteriormente foi determinado seu pH, condutividade elétrica e potencial osmótico, obtido a partir da fórmula proposta por AyersWestcot (1994), em seguida foram armazenados em geladeira a 7°C até o momento de seu uso nos bioensaios.

Os diferentes níveis de concentrações produzem respostas diferenciadas na morfologia e fisiologia das plantas. Por essa razão, a pesquisa buscou na literatura métodos que apresentassem dosagens próximas das condições naturais. Daí foram selecionadas quatro concentrações (1; 0,5; 0,25 e 0,125%), sendo que as diluições foram obtidas a partir da concentração 1%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 sementes. Cada extrato (sementes e folhas de cumaru) nas cinco concentrações (1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%) constituiu um experimento, onde foi testada uma possível atividade alelopática dos mesmos no crescimento e desenvolvimento das espécies alvo (milho, melão e feijão).

O trabalho foi composto de seis experimentos (E1, E2, E3 – extratos de semente de cumaru no milho, melão e feijão e E4, E5, E6 – extratos de folha de cumaru no milho, melão e feijão) nas cinco concentrações, conduzidos em bandejas de polietileno (profundidade 17 cm, largura 9,5 cm e altura 4,3 cm), esterilizadas com álcool, contendo 400 g de areia lavada e esterilizada de acordo com Brasil (2009).

Cada unidade experimental foi umedecida com 50 ml de extrato, sendo seu conteúdo revolvido, a fim garantir umidade uniforme dentro da parcela, e nivelado com o auxílio de uma espátula. Após isso, foram feitos furos circulares (1cm) de profundidade 6,5 cm, onde se distribuíram uniformemente as 20 sementes. As caixas plásticas foram acondicionadas em germinadores com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 h, durante sete (milho) e oito (melão e feijão) dias (BRASIL, 2009).

O critério de emergência das plântulas para o milho foi a emissão do coleóptilo e para o feijão-caupi e melão com surgimento dos cotilédones. A contagem das sementes emergidas foi diária. As avaliações das plântulas ocorreram no sétimo (milho) e oitavo (melão e feijão-caupi) dias após a semeadura, classificando-as em normais ou anormais, segundo Brasil (2009).

A medição da parte aérea e da raiz de todas as plântulas normais foi feita com auxílio de uma régua. No milho, também se contabilizou manualmente o número de raízes.

Para a determinação de massa seca das plântulas normais, utilizou-se estufa de circulação de ar forçado sob uma temperatura média de 65°C por um período de 24h. O material foi colocado em dessecador para promover seu resfriamento, sem trocar calor com o ambiente, e logo depois foi feita a pesagem do material em balança de precisão.

As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz (distância em mm do colo até o ápice meristemático) e da parte aérea (distância em mm do colo até o ápice) e número de raízes (milho).

O índice de velocidade de emergência (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) por meio da fórmula $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; em que: G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagens; e N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagens.

A análise de variância foi efetuada pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.2. Fracionamento do extrato de semente de cumaru

O fracionamento do extrato bruto de semente de cumaru foi realizado no Laboratório de Análise Cromatográfica da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), em Mossoró, no período de julho a agosto de 2012 e os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Arido (UFERSA).

O material utilizado como espécie teste foram sementes de melão Iracema (*Cucumis melo* L.) obtidas comercialmente, sendo híbridas da categoria S₁, SAKATA. Foi feito um teste inicial de emergência em areia lavada para averiguar sua emergência, que foi de 98,75%.

A escolha do extrato bruto do fracionamento foi decorrente de ter sido o maior responsável por limitar a emergência e desenvolvimento das espécies alvo analisadas, isso comparando aos outros extratos anteriormente testados. Foram empregados neste fracionamento solventes de ordem crescente de polaridade (hexano, diclorometano e acetato de etila e água) buscando a separação em grupos dos metabólitos secundários contidos no extrato bruto de semente de cumaru, a fim de obter uma estimativa da fração que provocaria maior efeito na emergência e desenvolvimento do melão.

O processo de extração ocorreu em capela. Despejou-se um volume de 675 mL, previamente homogeneizado em ultrassonic por dez minutos, do extrato em um funil de separação e acrescentou a este 250 mL de hexano/extração, agitando-se a mistura, tendo sempre o cuidado de quebrar a pressão, para promover a separação das fases (extrato bruto e fração hexânica).

Durante o processo de extração, a separação não ocorreu de imediato, havendo formação de emulsão por vários dias e para quebrá-la levou-se o sistema ao ultrassom durante 20 a 30 min em cada extração. Não havendo nítida separação, colheu-se cuidadosamente o conteúdo extraído das três extrações. O material colhido foi rotoevaporado e seco em banho-maria até a obtenção de um extrato seco de metabólitos.

A metodologia de extração para os demais solventes foi a mesma, seguindo a seguinte ordem de extração: hexano, diclorometano, acetato de etila e a aquosa, de forma que no fim do processo as massas obtidas do fracionamento foram 0,5414 g extraídos da fração hexânica; 0,3601 g fração diclorometano e 0,8427 g fração acetato de etila.

A massa da fração aquosa não foi determinada, fazendo-se apenas uma secagem do material restante do fracionamento contido no extrato aquoso em banho-maria a fim de promover a retirada dos resíduos de solventes restantes.

Após a obtenção destas massas, fez-se a preparação dos extratos brutos do fracionamento, diluindo-se cada massa no volume inicial do extrato bruto de semente de cumaru (675 mL) e o extrato aquoso foi obtido, acrescentando-se água ao volume restante do extrato aquoso do fracionamento até atingir 675 mL.

Estes extratos eram aquecidos a 60°C por 30min e levados ao ultrassonic para promover melhor solubilização, depois eram filtrados, constituindo os extratos hexânico, diclorometano, acetato de etila e aquoso. Posteriormente, tiveram seu pH, condutividade elétrica e potencial osmótico determinados de acordo com a fórmula proposta por AyersWestcot (1994).

Os extratos do fracionamento ficaram armazenados em recipientes de vidro fosco, para reduzir os efeitos da luz e amenizar os riscos de fotodegradação, em temperatura de 7°C até o momento de terem seus possíveis efeitos testados em

plântulas de melão, sendo que antes da montagem dos testes foi retirado deles uma alíquota de 50 mL para serem empregados nos testes de prospecção.

A montagem dos bioensaios foi feita para verificar a atividade destes extratos nas concentrações 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0%, para os extratos hexânico, diclorometano e 1 e 0% para o acetato de etila e aquoso, testando-se sua interferência na emergência e desenvolvimento de plântulas de melão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições com 20 sementes, onde os extratos hexânico, diclorometano, acetato de etila e aquoso nas concentrações 1, 0,5, 0,25, 0,125 e 0% constituíram os quatro ensaios experimentais, conduzidos em bandejas de polietileno (profundidade 17 cm, largura 9,5 cm e altura 4,3cm), esterilizadas com álcool, contendo 400g de areia lavada e esterilizada de acordo com Brasil (2009).

Cada unidade experimental foi umedecida com 50 ml de extrato, sendo seu conteúdo revolvido, a fim garantir umidade uniformidade dentro da parcela, e nivelado com auxílio de uma espátula. Após isso, foram feitos furos circulares (1cm) de profundidade 6,5 cm, onde se distribuíram uniformemente as 20 sementes. As caixas plásticas foram acondicionadas em germinadores com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 24 h, durante oito dias (BRASIL, 2009).

A emergência das plântulas deu-se com a emissão dos cotilédones. A contagem das sementes emergidas foi diária. As avaliações das plântulas ocorreram no oitavo dia após a semeadura, classificando-as em normais ou anormais, segundo critérios descritos em Brasil (2009).

A medição da parte aérea e da raiz de todas as plântulas normais foi feita com auxílio de uma régua. Para a determinação de massa seca das plântulas normais, utilizou-se estufa de circulação de ar forçado sob uma temperatura média de 65°C por um período de 24h. O material foi colocado em dessecador para promover seu resfriamento, sem trocar calor com o ambiente, depois foi feita a pesagem do material em balança de precisão.

As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, porcentagem de plântulas normais, comprimento da raiz (distância em mm do colo até o ápice meristemático) e da parte aérea (distância em mm do colo até o ápice). O índice de

velocidade de emergência (IVG) foi calculado de acordo com Maguire (1962) pela fórmula $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$; em que: G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagens; e N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura na primeira, segunda e última contagens.

A análise de variância foi efetuada pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.3. Prospeção fitoquímica do extrato bruto de sementes de cumaru

Paralelamente aos ensaios citados acima, empregou-se a metodologia de prospecção preliminar, de acordo com Matos (2007), visando à identificação de possíveis constituintes presentes nos extratos oriundos das frações hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa. Para isso, foram realizados os testes de fenóis e taninos; antocianinas, antocianidinas e flavonoides; leucocianinas, catequinas e flavonas; flavonois, flavanonas, e flavononois e xantonas; esteroides e triterpenoides; saponina; alcaloides; quinonas e cumarinas em fevereiro de 2013 no Laboratório de Análise Cromatográfica da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

Os testes de prospecção foram feitos pegando-se alíquotas de 50 mL dos extratos hexânico, diclorometano, acetato de etila e aquoso e colocando-as para secar em banho-maria a 60°C até a obtenção de suas massas secas (fração hexânica 0,0177 g; acetato de etila 0,5205 g; diclorometano 0,0545 g e aquosa 2,9863 g), posteriormente estas massas foram diluídas em 50 mL de uma solução hidroalcoolica, formando os extratos empregados nos testes de prospecção.

O volume de cada extrato foi dividido em duas porções de 10 mL para a determinação dos testes de esteroides, triterpenóides e saponinas e alcaloides. Depois, 18 mL deste volume foram fracionados em sete porções de 2,5 mL contidas em tubos de ensaios para a realização dos testes de fenóis e taninos; antocianinas, antocianidinas e flavonóides; leucoantocianidinas, catequinas e

flavonas; e flavonóis, flavanonas, flavanonóis e xantonas. O restante foi concentrado em banho-maria, até se apresentar com metade de seu volume, acidulado a pH 4 e filtrado. O conteúdo filtrado foi usado na determinação dos testes de quinonas e cumarina.

Todos os testes realizados acima seguiram a metodologia de Matos (2007), classificando os resultados como positivos pela formação de precipitados e surgimento de coloração e espuma e fraco, moderado e forte positivo de acordo com sua intensificação e negativo pela sua ausência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que os extratos de sementes e folhas de cumaru estão dentro da faixa de normalidade de pH (6 -7,5) e potencial osmótico (-0,2 MPa), não sendo, portanto, fatores de interferência na expressão de um possível efeito alelopático (Tab.1).

Tabela 1- Características físico-químicas do extrato aquoso de sementes e folhas de cumaru (*Amburana cearenses* (Allem.) A.C.Smith) utilizados nos bioensaios para avaliação do potencial alelopático sobre sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.

Concentração (%)	pH	PO (Mpa)
Sementes		
1	6,69	-0,0208
0,5	6,29	-0,0120
0,25	6,4	-0,0062
0,125	6,5	-0,0033
0	5,11	0
Folhas		
1	4,19	-0,03502
0,5	4,27	-0,01641
0,25	4,32	-0,00912
0,125	4,3	-0,00547
0	5,11	0

4.1. Extrato de folhas de cumaru

Com base nos dados apresentados na ANAVA, a velocidade de emergência e matéria seca no milho, a formação de plântulas normais e desenvolvimento de parte aérea, no melão e feijão-caupi apresentaram-se distintas das plântulas que não eram submetidas ao efeito deste extrato (Tab. 2).

Tabela2- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de folha de cumaru (*Amburana cearenses* A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	10,6 ^{ns}	0,23 ^{**}	39,38 ^{ns}	0,07 [*]	2,21 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Resíduo	15	25,42	0,05	27,08	0,02	1,35	1,67	0,06
CV (%)		5,44	5,69	5,73	7,15	10,15	7,81	4,36
Melão								
Concentração	4	14,4 ^{ns}	0,27 ^{ns}	283,13 [*]	0,03 ^{ns}	2,91 ^{**}	0,9 ^{ns}	-
Resíduo	15	10,42	0,07	65,8333	0,0072	0,19	0,44	-
CV (%)		3,28	7,24	9,78	16,83	3,40	5,29	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	42,5 ^{ns}	0,13 ^{ns}	370,0 ^{**}	0,12 ^{**}	31,36 ^{**}	1,41 ^{ns}	-
Resíduo	15	29,6	0,17	59,6	0,03	31,36	0,80	-
CV (%)		5,83	14,25	9,99	13,32	10,09	6,11	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

Essa 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; BOSSDORF, 2004).

A atividade de extratos de *A. cearenses* foi anteriormente registrada nos estudos de Mariz (1953), que verificou a presença de cumarina no caule da *Amburana cearensis*, referindo-se sua ação à substância inibidora da germinação de plantas e de Tigre (1968) ao relatar que os princípios secundários de suas sementes são destacados como possuidores de propriedades inseticidas.

A análise das médias das variáveis mostrou que o extrato de folhas de cumaru, principalmente na concentração 1%, provocou alterações em seus valores, sendo efetivamente negativas na matéria seca de plântulas de milho e feijão-caupi, formação de plântulas normais e desenvolvimento de parte aérea do melão e feijão-caupi (Tab. 3).

Tabela 3- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de folhas de cumaru (*Amburana cearenses* A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
Milho							
1	94 a	4,20 a	90 a	1,81 b	11,63 a	16,13 a	5,39 a
0,5	93 a	3,70 b	90 a	1,89 ab	10,23 a	16,27 a	5,41 a
0,25	90 a	3,60 b	86 a	1,99 ab	11,71 a	17,69 a	5,35 a
0,125	94 a	3,92 ab	94 a	1,87 ab	11,41 a	16,12 a	5,55 a
0	94 a	4,00 ab	94 a	2,13 a	12,24 a	16,50 a	5,36 a
DMS ²	11,01	0,48	11,37	0,3	2,54	2,82	0,52
Melão							
1	96 a	3,54 a	75 b	0,43 a	13,55 a	12,26 a	-
0,5	96 a	3,55 a	76 ab	0,48 a	13,34 a	12,56 a	-
0,25	99 a	3,99 a	94 a	0,61 a	12,36 b	12,74 a	-
0,125	100 a	4,08 a	90 ab	0, 57 a	13,96 a	13,05 a	-
0	100 a	3,66 a	80 ab	0,44 a	11,92 b	11,78 a	-
DMS ²	7,05	0,6	17,72	0,19	0,97	1,44	-
Feijão-caupi							
1	88,75 a	2,98 a	65 b	0,97 b	15,01 c	14, 47 a	-
0,5	93,75 a	2,74 a	75 ab	1,25 ab	16,57 bc	14,77 a	-
0,25	96, 25 a	2,98 a	85 a	1,42 a	22,15 a	14,87 a	-
0,125	91, 21 a	2,60 a	73 ab	1,34 a	18,55 abc	13,81 a	-
0	96,25 a	3,01 a	89 a	1,33 ab	19,96 ab	15,43 a	-
DMS ²	11,88	0,89	16,86	0,37	4,07	1,96	-

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa. (-) A variável NR só foi empregada para cultura do milho.

O processo de germinação do feijão-caupi também se manteve inalterado na presença do extrato de folhas de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), mesmo em suas maiores concentrações (SOUZA; CARDOSO, 2013).

Como anteriormente citado, a maior concentração do extrato provocou efeito deletério nas plântulas de melão e feijão-caupi, proporcionando queda na porcentagem de plântulas normais de 5% e de 4% nas anormais, no melão de 24 e no feijão-caupi de 16%.

Ação de extratos na formação de plântulas normais foi verificada no trabalho de Silveira et al. (2012), ao observarem que as folhas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) em suas maiores concentrações proporcionaram maior número de plântulas anormais, indicando possível atividade alelopática.

Em muitos outros estudos, assim como no presente trabalho, foi verificada atividade de extratos de plantas sobre o desenvolvimento de espécies alvo. Oliveira et al. (2012) perceberam atividade de extratos de diferentes partes de juazeiro sobre o desenvolvimento inicial da alface. Oliveira et al. (2013) viram que o extrato de barba de bode (*Solanum cernuum*) provocou efeitos fitotóxicos sobre o vigor de plântulas de sorgo (*Sorghum bicolor*), alface (*Lactuca sativa*) e picão preto (*Bidens pilosa*).

Anjum et al. (2004) observaram que o extrato de girassol (*Helianthus annuus*) na concentração 10% reduziu o peso seco das plântulas de *Phalaris minor*, *Chenopodium album*, mastroço rasteiro (*Coronopsis didymus*), *Rumex dentatus* e *Medicago polymorpha*, espécies vegetais invasoras do cultivo de trigo.

Essa interferência no desenvolvimento das plântulas e vigor das plantas adultas podem ser decorrentes de mudanças nas funções vitais, como a respiração, fotossíntese, divisão celular, nutrição e reprodução (ALMEIDA, 1988).

Como apresentado acima, as características comprimento de raiz e parte aérea e número de raízes no milho não foram alteradas na presença do extrato de folhas de cumaru, de vez que este se manteve indiferente à atividade do extrato em todas as concentrações testadas, não diferindo estatisticamente do controle.

Ocorrência relativamente semelhante foram observadas por Prates et al. (2000), que identificaram que extratos de leucena em quatro concentrações não provocaram danos significativos ao comprimento de parte aérea, mesmo apresentando composto conhecido por sua atividade alelopática (mimosina).

No entanto, as respostas das outras espécies à atividade do extrato foram contraditórias para a variável comprimento de parte aérea, ou seja, no melão as maiores concentrações do extrato (1 e 0,5%) promoveram acréscimo de 1,63 cm em sua parte aérea ao passo que no feijão-caupi proporcionou uma redução de aproximadamente 5 cm, o que pôde ser observado no trabalho de Brito (2010), que percebeu uma redução de 36% no tamanho de raiz do feijão comum na presença do extrato de marmaleiro (*Croton sonderianus*).

Com relação ao comprimento de raiz, também já discutido anteriormente, pode-se observar que o extrato de folhas de cumaru não provocou alteração, comparado ao controle, para as três espécies avaliadas, o que discorda dos resultados relatados por alguns pesquisadores, ao afirmarem que as raízes se mostram mais sensíveis do que a parte aérea à ação dos aleloquímicos, o que, para eles, se deve ao fato de as raízes estarem em contato direto e prolongado com o extrato (aleloquímicos) (CHON et al., 2000; FERREIRA; ÁQUILA, 2000; BATISH et al., 2002; SILVA, 2007; CHUNG et al., 2001; FERREIRA; BORGUETTI, 2004).

4.2. Extrato de semente de cumaru

Os dados da ANAVA demonstram intensa atividade negativa do extrato de sementes de cumaru sobre o processo de emergência e desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, em que todas as variáveis analisadas apresentaram valores altamente significativos em relação ao controle, o que demonstra o efeito que o extrato causou no desenvolvimento das espécies alvo, tanto nas características de emergência (PE e IVE) quanto nas características de desenvolvimento de plântulas (PN, MS, CPA, CR e NR), em que seus valores diferiram entre os tratamentos (Tab. 4).

Tabela 4- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) oriundas de sementes submetidas ao extrato aquoso de semente de cumaru (*Amburana cearenses* A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró RN 2013 .

Quadrados Médios								
Milho								
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR	NR
Concentração	4	7435,6**	15,2**	6845,0**	2,9**	100**	216,0**	21,1**
Resíduo	15	2,50	0,02	1,67	0,02	0,03	0,23	0,01
CV (%)		5,45	25,35	6,98	37,92	7,19	14,46	10,81
Melão								
Concentração	4	9500,00**	14,0**	9455,0**	0,41**	129,5**	129,34**	-
Resíduo	15	500,00	0,0029	5,00	0,002	0,161	0,038	-
CV (%)		63,89	4,05	6,3	16,72	9,85	4,73	-
Feijão-caupi								
Concentração	4	11116,9**	21,5**	7580,0**	1,24**	407,0**	197,1**	-
Resíduo	15	9,1677	0,0683	42,92	0,0162	0,1172	0,175	-
CV (%)		7,86	10,93	20,63 ²	32,84	4,71	8,72	

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo. (-) A variável número de raízes só foi calculada para as plântulas do milho.

O processo germinativo é um dos menos sensíveis à presença de substâncias bioativas, mas o extrato de semente de cumaru se mostrou altamente efetivo em reduzir as médias da porcentagem e índice de velocidade de emergência das plântulas de milho, melão e feijão-caupi, como mostrado anteriormente.

No trabalho de Borella e Pastorine (2009), foi observado que o processo germinativo (porcentagem e a velocidade de germinação) de sementes de tomate e picão-preto foi afetado significativamente pelos extratos de umbu.

Porém, mesmo a germinação sendo aceita como boa característica para avaliação do potencial alelopático de determinada espécie, não é considerada o processo principal das interações alelopáticas (INDERJIT; DAKSHINI, 1995).

Por isso, além do processo de germinação, a avaliação do crescimento de plântulas em diferentes concentrações é uma boa opção na identificação de espécies potencialmente alelopáticas, visto que alguns aleloquímicos não apresentam especificidade completa, podendo uma substância desempenhar várias funções, que vão depender mais de sua concentração e forma de translocação do que de sua composição química (PIÑA-RODRIGUES; LOPES, 2001).

Diante desses questionamentos, o presente estudo identificou que o extrato de sementes de cumaru, além de ter reduzido drasticamente o processo de emergência (PE, IVE) de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, foi responsável pelo total comprometimento do desenvolvimento (PN, MS, CPA, CR e NR, no milho) destas espécies, a ponto de estas plantas terem os processos interrompidos na presença do extrato em todas as suas concentrações (1, 0,5 e 0,25%), com exceção da concentração 0,125% (Tab. 5).

Tabela 5- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de milho (*Zea mays* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetidas ao extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearenses*) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)	NR
Milho							
1	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
0,5	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
0,25	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
0,125	49 b	2,5 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
0	96 a	4,3 a	93 a	2,0 a	11 a	16,1 a	5,0 a
DMS ²	3,45	0,75	2,8	0,0	0,5	0,94	
Melão							
1	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c	-
0,5	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c	-
0,25	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c	-
0,125	100 a	2,99 b	88 a	0,58 a	8,44 b	9,09 b	-
0	100 a	3,77 a	90 a	0,59 a	11,85 a	11,45 a	-
DMS ²	0,0	0,12	4,9	0,09	0,87	0,42	-
Feijão-caupi							
1	0 b	0,00 d	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	-
0,5	0 b	0,00 d	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	-
0,25	0 b	2,77 c	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	-
0,125	96 a	3,89 b	83 a	1,2 a	15,83 b	8,55 b	-
0	96 a	5,22 a	76 a	0,7 b	20,51 a	15,47 a	-
DMS ²	6,6	0,13	14,3	0,28	0,74	0,94	-

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa. (-) A variável NR só foi empregada para cultura do milho.

Também foi possível observar que as plântulas de milho foram as mais sensíveis à presença do extrato de semente de cumaru, mesmo em sua menor concentração, provocando redução pela metade na porcentagem de emergência destas plântulas, comparadas ao controle.

Estes resultados certificam a magnitude dos efeitos alelopáticos promovidos pelo extrato de semente de cumaru, onde a concentração mínima estabelecida de 0,125% foi efetivamente negativa sobre a velocidade de emergência das espécies alvo.

A grandeza dos efeitos provocados pelo extrato aquoso de semente de cumaru pode ser comparada ao trabalho de Souza Filho et al. (2009), onde só houve inibição máxima na germinação de sementes (100%) na concentração 1% do extrato.

Com relação à formação de plântulas de milho, melão e feijão-caupi na presença do extrato, percebe-se que as médias para a variável porcentagem de plântulas normais apresentaram comportamento semelhante aos parâmetros anteriormente discutidos, ou seja, só foi possível a avaliação destas características na concentração 0,125% e no controle, sendo novamente observada elevada sensibilidade do milho na presença do extrato, que só conseguiu formar plântulas normais na ausência deste.

Como já discutido, houve efeitos negativos de extrato de sementes de cumaru e suas diluições desde a germinação das sementes até o desenvolvimento das plântulas analisadas, e mesmo na menor concentração se mostrou altamente tóxico. Provavelmente ocorreram mudanças nas rotas metabólicas provocadas pela ação dos aleloquímicos, onde esta estaria envolvida na inibição e modificação do crescimento ou desenvolvimento das plantas, atuando seletivamente em suas ações e as plantas em suas respostas, o que mostra como é difícil esclarecer o modo de ação destes compostos (SEIGLER, 1996), dada a complexidade bioquímica e do comportamento fisiológico entre espécies ainda ser pouco compreendida (WALLER et al., 1999).

Assim, fica registrada forte interferência negativa destes extratos no desenvolvimento de plântulas normais, o que pode ser confirmada pelo estudo de Araldi (2011), que ratifica o que foi dito até agora dos efeitos nocivos do extrato de semente de cumaru, pois enquanto este autor só conseguiu identificar anormalidade de plântulas no hipocótilo e na radícula, na concentração 100%. Nesta pesquisa, esse feito foi alcançado na menor concentração do extrato (0,125%).

Quando se verificou a ação do extrato de semente de cumaru no desenvolvimento de parte aérea e raízes de plântulas de milho, melão e feijão-caupi, observou-se novamente que só foi possível a análise destas características na concentração mais baixa e no controle, sendo mais uma vez o milho a espécie que apresentou maior suscetibilidade aos efeitos do extrato, comparado ao melão e feijão-caupi, em relação à menor concentração do extrato.

A elevada sensibilidade do milho, melão e feijão-caupi na presença do extrato de semente de cumaru pode estar associada ao fato de a tolerância ou resistência à atividade de extrato poder ser específica, havendo espécie mais sensível do que outra, segundo Ferreira e Áquila (2000), o que explica o elevado comprometimento no desenvolvimento de raízes e parte aérea das plântulas de melão, feijão-caupi e principalmente do milho.

Em correspondência com nossos dados experimentais, o trabalho de Araldi (2011) verificou que todos os extratos apresentaram atividade alelopática em proporções variáveis. Entretanto, os estudos realizados indicaram que a atividade alelopática foi registrada em dois momentos (germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas).

Gomes et al. (2009) perceberam influência do extrato aquoso de *Holvenia dulcis* sobre o desenvolvimento do milho, havendo significativa redução no comprimento médio da parte aérea, comprimento médio de raiz e peso médio da parte aérea, comprovando efeito alelopático no extrato aquoso desta espécie.

Ramirez (2009), por sua vez, observou que o extrato da mesma planta não afetou o peso seco da parte aérea e raiz, mas afetou o desenvolvimento de raiz de milho na medida em que se elevou a concentração do extrato.

A avaliação da matéria seca de plântulas das espécies testes foi realizada nas plântulas submetidas à concentração mais baixa do extrato e no controle, para o melão e feijão-caupi. O extrato na concentração 0,125% gerou médias de matéria seca de plântulas de melão não diferentes do controle, mas favoreceu as médias das plântulas de feijão-caupi.

Esse acontecimento pode ser decorrente da atividade biológica de dado aleloquímico depender tanto da concentração como do limite da resposta da

espécie afetada, sendo que o limite da inibição para determinada substância não é constante, e está intimamente relacionado à suscetibilidade da espécie receptora, com isso a resposta de dada planta à presença de químicos pode ser tanto inibitória como estimulativa (AN et al., 1993), cabendo à concentração papel decisivo nas respostas encontradas (RICE, 1984).

Estes fatos comprovam os diferentes níveis de efeitos proporcionados pelas variadas concentrações, sendo que na medida em que se elevam seus níveis, mais acirrada torna-se sua interferência negativa. Esta observação é exposta de maneira clara nos dados do presente estudo, em que foi possível a determinação de matéria seca de plântulas de melão e feijão-caupi na menor concentração (0,125%) do extrato, sendo o milho o mais intolerante à atividade do extrato de sementes de cumaru, sendo possível a determinação de matéria seca apenas no tratamento teste (0%).

Então, considerando a inibição mínima de 50% como padrão satisfatório para avaliar as potencialidades alelopáticas de um extrato (DUDAI et al., 1999), pode-se dizer que os efeitos alelopáticos do extrato de semente de cumaru foram altamente nocivos ao desenvolvimento de massa seca das espécies alvo.

Provavelmente esta interferência no vigor das plântulas, provocada pelos constituintes dos extratos de semente de cumaru, tenha se originado de mudanças nas rotas metabólicas de fitormônios, como sugerido por Áquila et al. (1999) ou por efeitos dos aleloquímicos em diferentes processos fisiológicos das espécies receptoras, a depender da concentração, promovendo ativações em baixas concentrações, como sugerido por Reigosa et al. (1999).

Outra provável explicação para esses resultados é que esta acirrada interferência no vigor das plântulas de milho, melão e feijão-caupi advém de efeitos diretos provocados pela ação dos aleloquímicos presentes no extrato, como: mudanças nas estruturas citológicas e ultraestruturais, nos hormônios, tanto alterando suas concentrações quanto o balanço entre os diferentes hormônios, nas membranas e sua permeabilidade, na absorção de minerais, no movimento dos estômatos, na síntese de pigmentos e fotossíntese, na respiração, na síntese de

proteínas, na atividade enzimática; nas relações hídricas e condução, além de induzir alterações no DNA e RNA (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

Fato relativamente semelhante ao apresentado no presente estudo foi observado por Araldi (2011), o qual, avaliando a interferência alelopática de extratos de *Holvenia dulcis* sobre a germinação e crescimento inicial de *Parapiptadenia rígida*, verificou que todas as amostras analisadas apresentaram valores médios de matéria seca do hipocótilo inferiores ao do grupo controle, observando também que na medida em que a concentração aumentava, ocorria uma inibição do crescimento e consequente redução ou anulação dos valores de matéria seca da espécie alvo.

Por fim, quando se avaliou o número de raízes de plântulas de milho, foi observado que este vegetal foi o mais intolerante à atividade do extrato, que teve seu processo de desenvolvimento gravemente interrompido pela ação deste. Assim, a contagem de suas raízes só foi possível no controle, visto que não houve formação de plântulas desta espécie em nenhuma outra concentração.

4.3. Fracionamento do extrato semente de cumaru

As frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquoso) do extrato bruto de semente de cumaru em diferentes concentrações apresentam-se dentro dos valores normais de potencial osmótico e pH, não sendo, portanto, fatores responsáveis por alterações no comportamento germinativo do melão (Tab.6).

Tabela 6- Características físico-químicas do fracionamento de extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearenses* A. C. Smith) utilizadas nos bioensaios para avaliação de sua atividade sobre sementes de melão (*Cucumis melo* L.). PO (potencial osmótico), CE (condutividade elétrica) e pH.

Concentração (%)	Fração Hexânica	
	pH	PO (Mpa)
1	0,11	-0,00401
0,5	0,11	-0,00401
0,25	0,11	-0,00401
0,125	0,13	-0,00474
0	0	0
	Fração DCM (Diclorometano)	
	pH	PO (Mpa)
1	0,12	-0,00438
0,5	0,11	-0,00401
0,25	0,1	-0,00365
0,125	0,1	-0,00365
0	0	0
	Fração Acetato de Etila	
	pH	PO (Mpa)
1	0,77	-0,02809
0	0	0
	Fração Aquosa	
	pH	PO (Mpa)
1	4,75	-0,17325
0	0	0

A natureza dos extratos induz as investigações sobre sua aplicação em situações naturais, de vez que os extratos usados em testes alelopáticos são corriqueiramente aquosos, pois refletem a situação normal de lançamento dos aleloquímicos ao ambiente, como por meio de lixiviações (FERREIRA, 1998). No entanto, quando se pretende identificar e isolar um composto químico vegetal potencialmente alelopático, os solventes orgânicos hexano, diclorometano e acetato de etila se tornam mais eficientes, porque extraem mais substâncias químicas dos tecidos de plantas (INDERJIT; DARKSHINI, 1995).

Avaliando qual das frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa) extrairia do extrato bruto mais metabólitos secundários nocivos às espécies alvo, percebeu-se que as frações hexânica e diclorometano do extrato bruto de semente de cumaru proporcionaram diferença significativa no processo de emergência (porcentagem e índice de velocidade de emergência) e crescimento

inicial (porcentagem de normais, comprimento de parte aérea e raiz e massa seca) de plântulas de melão. No entanto, o efeito das frações acetato de etila e aquosa sobre a emergência e desenvolvimento inicial teve uma significância de menor proporção, onde apenas as características (matéria seca, índice de velocidade de emergência e comprimento de raízes) foram afetadas na presença dos extratos (Tab. 7).

Tabela 7- Resumo da análise de variância das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes da plântula de milho (*Zea mays* L.) oriundas de sementes submetidas às frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa) do extrato bruto de semente de cumaru (*Amburana cearenses* A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Quadrados Médios							
Fração Hexânica							
FV	GL	PE	IVE	PN	MS	CPA	CR
Concentração	4	1160,0 ^{**}	14,5 ^{**}	10704,0 ^{**}	0,60 ^{**}	142,0 ^{**}	161,71 ^{**}
Resíduo	15	3,33	0,01	12,5	0,02	0,11	1,04
CV (%)		3,09	4,14	6,26	32,32	5,03	14,86
Fração Diclorometano							
Concentração	4	7541,9 ^{**}	13,1 ^{**}	7379,4 ^{**}	0,36 ^{**}	145,0 ^{**}	117,79 ^{**}
Resíduo	15	10,42	0,0492	12,50	0,001	0,65	0,02
CV (%)		4,18	6,94	4,62	5,91	7,70	4,15
Fração Aquosa							
Concentração	1	3,13 ^{ns}	0,19 ^{ns}	3,13 ^{ns}	0,62 ^{**}	0,09 ^{ns}	101,45 ^{**}
Resíduo	6	36,46	0,15	36,46	0,03	0,20	2,51
CV (%)		6,40	9,50	6,40	23,39	3,62	15,10

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Observa-se que as frações hexânica e a aquosa foram as únicas a carrear substâncias provavelmente alelopáticas capazes de interferir no processo de

emergência das plântulas de melão, comparada às frações diclorometano e acetato de etila (Tab. 8).

Tabela 8- Médias das características porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas normais (PN), massa seca (MS), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e número de raízes de plântulas oriundas de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) submetidas às frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquoso) do extrato aquoso de semente de cumaru (*Amburana cearenses*. A. C. Smith) em diferentes concentrações. Mossoró-RN, 2013.

Concentração (%)	PE	IVE	PPN	MS(g)	CPA (cm)	CR (cm)
Milho						
1	0,0 c	0,00 c	0,0 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c
0,5	0,0 c	0,10 c	0,0 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c
0,25	95 b	3,28 b	89 b	0,56 a	10,40 b	9,72 b
0,125	100 a	3,66 a	94 ab	0,74 a	10,92 ab	11,67 ab
0	100 a	3,61 a	100 a	0,78 a	11,33 a	12,88 a
DMS ²	4,00	0,19	7,72	0,29	0,72	2,22
Melão						
1	88,75 a	3,42a	94,45a	0,36c	12,50b	11,45 b
0,5	91,25a	3,69a	97,12a	0,43bc	12,29b	11,12 b
0,25	97,50 a	3,95a	96,12a	0,47abc	13,77a	12,36 ab
0,125	100,00 a	3,86a	100,00a	0,60ab	12,12b	12,45 ab
0	97,5 a	3,84a	100,00a	0,62a	12,05b	12,99 a
DMS ²	13,67	0,63	7,26	0,19	1,09	1,36
Feijão-caupi						
1	93,75 a	3,89 a	93,75 a	0,48 b	12,34 a	6,94 b
0	95 a	4,20 a	95 a	1,03 a	12,56 a	14,06 a
DMS ²	10,45	0,67	10,45	0,31	0,78	2,74
1	90 a	3,52 b	89 a	0,58 a	12,67 a	5,7 b
0	95 a	4,20 a	95 a	0,48 a	12,34 a	14,06 a
DMS2	12,23	0,58	10,44	0,11	0,94	2,72

Medias seguida da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ²DMS= Diferença mínima significativa.

Os extratos obtidos da fração hexânica novamente se destacam em prejudicar a formação de plântulas, onde os valores de porcentagem de plântulas normais e anormais foram zero, ou seja, as sementes de melão tiveram seu processo germinativo totalmente interrompido na presença do extrato nas maiores concentrações (1% e 0,5%), ao passo que os extratos oriundos das frações diclorometano, acetato de etila e aquosa não proporcionaram diferença estatística para estas variáveis.

O trabalho de Souza Filho et al. (2010) confirma a elevada eficiência do hexano na extração de constituintes polares, ao afirmar que o extrato hexânico de *Copaifera duckei*, *C. martii* e *C. reticulata* provocou efeitos negativos sobre o desenvolvimento de raiz de *Mimosa pudica* (malícia) e *Senna obtusifolia* (mata-pasto), justificando seu uso em bioensaios de prospecção inicial de atividade alelopática, especialmente nos casos em que não há informações sobre a planta estudada, mesmo porque possibilita o isolamento e identificação de substâncias químicas de atividade alelopática relevante.

Diferentemente de nossos resultados, Santana et al. (2010), trabalhando com extrato bruto metanólico de sementes de *Annona crassiflora*, verificaram que em relação à testemunha as germinações de *Brachiaria. brizantha* e *Euphorbia heterophylla* apresentaram diferença significativa com a utilização das duas maiores concentrações do extrato, proporcionando efeito alelopático sobre as plantas receptoras. Os dados de Moreira et al. (2008) também diferiram de nossas observações, ao verificarem a atividade fitotóxica do extrato metanólico de *Caryocar brasiliense* em sementes de *Panicum maximum*.

A variável matéria seca foi sensível na identificação da diferença estatística nos extratos obtidos das frações diclorometano e acetato de etila, onde se registrou no controle média de aproximadamente o dobro da média obtida na concentração 1%, tanto para os extratos obtidos da fração diclorometano quanto os da fração acetato de etila. Para as demais frações, não se observou diferenças estatística para essa característica.

Os efeitos no desenvolvimento das espécies alvo verificados por Santana et al. (2010), quando empregaram o extrato com acetato de etila, divergiram dos

dados apresentados no presente estudo, no qual o extrato de sementes de *Annona crassiflora* obtidos do acetato de etila reduziu a germinação e desenvolvimento de radícula das três plantas daninhas avaliadas (*Brachiaria brizantha*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia*), indicando este tipo de extrato no controle destas daninhas em cultivo de soja (*Glycine max*).

Analisando-se o comprimento de parte aérea e raiz das plântulas de melão submetidas aos extratos oriundos das frações (hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa), observa-se que o extrato hexânico na concentração 0,25% foi capaz de reduzir os valores de parte aérea e raiz e que apenas a concentração mais baixa, 0,125%, não diferiu do controle para estas variáveis.

Enquanto isso, o extrato diclorometano diferiu da testemunha apenas na concentração 0,25% para comprimento de parte aérea, mas o comprimento de raiz das plântulas foi reduzido por todas as diluições do extrato, além de provocar um estímulo acelerado nos tecidos da base do caulículo se estendendo até o início da raiz principal de algumas plântulas.

Resultados mais severos com este mesmo tipo de extrator foram verificados no trabalho de Hernández-Terrones et al. (2007) avaliando a ação alelopática de extratos da sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*) sobre a germinação e desenvolvimento da raiz e parte aérea do capim-colonião (*Panicum maximum*), os quais verificaram que o extrato metanólico do caule da sucupira-branca a 150 ppm apresentou percentual de inibição de 83% sobre o desenvolvimento da raiz e 75% da parte aérea e somente 30% da germinação das sementes do capim-colonião e afirmam que em casa de vegetação os resultados de inibição, a uma concentração de 400 ppm, foram de 83% para o caule, 80% para a raiz e 63% para a germinação.

Por fim, quando se avaliou o efeito dos extratos acetato de etila e aquoso, não houve diferença estatística entre o controle e a maior concentração dos extratos para o comprimento de parte aérea, mas houve diferença para comprimento de raízes, com o comprimento reduzido pela metade na presença do extrato acetato de etila, e superior à metade no extrato aquoso.

O extrato aquoso, apesar de não ter provocado malformação de plântulas de melão, comprometeu o desenvolvimento e raiz, além de ter proporcionado engrossamento nas raízes secundárias, comparada ao controle.

4.4. Prospecção de constituintes do extrato de semente de cumaru

Em virtude da especificidade biológica de plantas, nas últimas seis décadas, vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos no mundo, visando à açotificação, por meio da prospecção fitoquímica, de espécies com potencial para fornecer moléculas químicas com propriedades relevantes aos interesses da agricultura (DUKE et al., 2002; ANAYA et al., 2003, 2005; HEISEY; HEISEY, 2003).

Em geral, as pesquisas com prospecção se fundamentam na hipótese de que as substâncias presentes nos extratos expressam o potencial da atividade alelopática da planta prospectada, o que apontaria para a necessidade ou desnecessidade subsequentes, visando ao isolamento e à identificação dos compostos químicos envolvidos na atividade alelopática.

A análise fitoquímica preliminar procura sistematizar ou rastrear os principais grupos de constituintes químicos que compõem um extrato vegetal. É um exame rápido e superficial por meio de reagentes de coloração ou precipitação, os quais revelam a presença de metabólitos secundários em um extrato. Esta triagem fitoquímica preliminar, visando ao estabelecimento da possível natureza química dos compostos existentes, pode ser realizada com o extrato etanólico baseado no princípio da migração diferencial dos componentes de uma mistura, decorrente de diferentes interações entre fases imiscíveis (DEGANI et al., 2013).

Assim, de acordo com nossos resultados, percebe-se que todas as frações (hexânica de diclorometano, acetato de etila e aquosa) apresentaram, além da cumarina, as substâncias flavonas, flavonoides e xantonas, compostos que se concentraram mais nas frações acetato de etila e aquosa, além de estas serem as únicas a apresentar os constituintes fenóis e taninos flavobênicos (Tab. 9).

Tabela 9- Análise fitoquímica qualitativa, triagem fitoquímica preliminar ou prospecção dos constituintes da planta dos extratos obtidos nas frações hexânica, diclorometano, acetato de etila e aquosa do extrato bruto de semente de cumaru.

Constituintes	Hexânica	Diclorometano	Acetato de etila	Aquosa
Fenóis e Taninos.	Negativo	Negativo	(+) T. F.	(+) T. F.
Antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis e xantonas.	Positivo ⁺	Positivo ⁺⁺	Positivo ⁺⁺⁺	Positivo ⁺⁺⁺⁺
Leucocianidinas, catequinas e flavonas.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Flavonóis, flavanonóis e xantonas.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Esteróides e triterpenóides.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Saponinas.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Alcalóides.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Quinonas.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Cumarina.	Forte positivo	Positivo	Fraco positivo	Moderado Positivo

⁺Corresponde a fraca presença dos compostos (flavona, flavanonóis e xantonas).

⁺⁺Corresponde a moderada presença dos compostos (flavona, flavanonóis e xantonas). ⁺⁺⁺Corresponde a presença dos compostos (flavona, flavanonóis e xantonas). ⁺⁺⁺⁺Corresponde a forte presença dos compostos (flavona, flavanonóis e xantonas). (+) T.F. positivo para taninos flavobênicos.

Foi constatada a presença da cumarina em todos os extratos, independentemente da fração que os deu origem. Porém, foi observada nesse teste maior intensidade de coloração fluorescente nas frações hexânicas e diclorometano, o que confere a estas frações forte presença deste composto em comparado às demais.

Os estudos de Ricardo (2011) com prospecção fitoquímica de cascas de cumaru corroboram em parte os resultados da nossa pesquisa, verificando a presença de compostos como flavonas, flavonois, xantonas. No entanto, em outros trabalhos foi identificada, além da cumarina, a presença de flavonoides, glicosídios fenólicos, os quais dão suporte ao uso popular como broncodilatador, analgésico,

antiinflamatório e antirreumático (ALMEIDA et al., 2010). Foram isolados em sementes de cumaru compostos como a 6-hidroxycumarina (BEZERRA et al., 2006), o ácido *o*-cumárico (NEGRI et al., 2004) e um derivado esterificado do amburosídeo (HUANG et al., 1992), ácido *p*-hidroxi-benzóico (MICHAELI et al., 1970), ácido (*E*)-*o*-cumárico glicosilado (HIGGINS et al., 1978), ácido (*Z*)-*o*-cumárico glicosilado (PAYA; HOULT, 1992), ácido *o*-cumarínico glicosilado (CORRÊA, 1978; SILVEIRA; PESSOA, 2005; CANUTO; SILVEIRA, 2006). Assim como nesta pesquisa, Negri e colaboradores (HUANG et al., 1992) identificaram predominância de cumarinas.

5. CONCLUSÕES

O extrato de folhas e o de semente de cumaru, em todas as concentrações testadas, foram altamente nocivos ao processo de emergência e desenvolvimento do milho, melão e feijão-caupi.

Os extratos hexânicos proporcionaram mais efeito nocivo aos processos de emergência e de desenvolvimento inicial das plântulas de melão.

A cumarina foi o constituinte predominante em todos os extratos do fracionamento, sendo que o extrato hexânico se destacou entre os demais na concentração deste composto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 68p. (Circular, 53).

ALMEIDA, J. R. G. S.; GUIMARÃES, A. G.; SIQUEIRA, J. S.; SANTOS, M. R. V.; LIMA, J. T.; Nunes, X. P.; QUINTANS- JÚNIOR, L. J. *Amburana cearensis* - uma revisão química e farmacológica, **Scientia Plena**, v. 6, p. 1-8, 2010.

AN, M.; JOHNSON, I. R.; LOVETTE, J. V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 10, p. 2379-2389, 1993.

ANAYA, A. L.; MATA, R.; SIMS, J. J.; GONZÁLEZ-COLOMA, A. ROCIO CRUZ-ORTEGA, A.; BLANCA, A. G.; HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.; MIDLAND, S. L.; RÍOS, R.; POMPA A. G. Allelochemical potential of *Callicarpa acuminata*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 29, n. 12, p. 2761-2776, 2003.

ANJUM, T.; STEVENSON, P.; HALL, D.; BAJWA, R. **Allelopathic potential of *Helianthus annuus* L. (sunflower) as natural herbicide**. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2252-anju.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

ARALDI, D. B. **Interferência alelopática de *Hoveniadelphica* Thunb. na germinação e crescimento inicial de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan**. 2011. 208p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. 3rd. ed. Rome: FAO, 1994. 174p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

BATISH, D. R.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K.; SAXENA, D. B.; KAUR, S. Allelopathic effects of parthenim against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47, p. 149-155, 2002.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 67-75, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRITO, I. C. A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho**. 2010. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

CANUDO, K. M.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M. E. et al. **Estudo fitoquímico de espécimens jovens de *Amburana cearenses* A. C. Smith**. In: XXVIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. 2006, Águas de Lindóia. Resumo publicado em anais do evento. Águas de Lindóia, 2006.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearenses* A. C. Smith. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, p. 1241-1243, 2006.

CHON, S. U.; COUTTS, J. H.; NELSON, C. J. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of alfalfa autotoxicity. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, p. 715-720, 2000.

CHUNG, I. M.; AHN, J. K.; YUN, S. J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, n. 10, p. 921-928, 2001.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIÓGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29; n. 1, p. 108-111, 2011.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. v. 5. Rio de Janeiro: IBDF, 1978. 687p.

DEGANE, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. **Cromatografia um breve ensaio**. Disponível em: <www.neplame.univasf.edu.br>. Acesso em: 03 out. 2013.

DUDAI, N. et al. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 25, n. 5, p. 1079-1089, 1999.

DUKE, O. S. et al. Chemical from nature for weed management. **Weed Science**, v. 50, p. 138-151, 2002.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERI, C. Efeitos Alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr. All.) AC Smith na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanussativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 138-140, 2007.

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

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

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 2008. 662p.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Efeito alelopático de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 18, 2004.

HEISEY, R. M.; HEISEY, T. K. Herbicidal effects under field conditions of *Ailanthus altissima* bark extract, which contains ailanthone. **Plant and Soil**, v. 256, n. 1, p. 85-90, 2003.

HERNÁNDEZ-TERRONES, M. G.; MORAIS, S. A. L.; FERREIRA, S.; SANTOS, D. Q.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule desucupira-branca (*pterodonemarginatus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 755-762, 2007.

HIGGINS, N. P ; PEEBLES, C. L ; SUGINO, A.; COZZARELLI, N. R. Purification of subunits of *Escherichia coli* DNA gyrase and reconstitution of enzymatic activity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 75, p. 1773-1177, 1978.

HUANG, H. C.; LEE, C. R.; WENG, Y. I.; LEE, M.; LEE, Y. T. Vasodilatador effect of scoparone (6,7-dimethoxycoumarin) from a Chinese herb. **European Journal of Pharmacology**, v. 218, p. 123- 128, 1992.

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

INOUE, M. H.; SANTANA, D. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; POSSAMAI, A. C. S.; SILVA, L. E.; PEREIRA, M. J. B.; PEREIRA, K. M.; Potencial alelopático de *Annonacrassiflora*: efeitos sobre plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 489-498, 2010.

LAYNEZ-GARSABALL, J. A.; MENDEZ-NATERA, J. R. Efectos de extractos acuosos Del follaje Del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). **Idesia**, Arica, v. 24, n. 2, p. 61-75, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 368 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

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

MARIZ, G. Contribuição ao estudo ecológico e farmacognóstico de quatro plantas características da zona Caatinga (*Ziziphus joazeiro* Mart.; *Maytenus rígida* Mart.; *Spondias tuberosa* Arr. Cam., *Amburana cearenses* (Fr. All.). 1953. Tese (Livre docência) - Univesidade do Recife, Recife, 1953

MATA, R. F. F. Efeito de extratos aquosos de *Cabralea canjerana* subsp. *Polytricha* (Adr. juss.) Penn. (meliaceae) no controle biológico de *Brevycorine brassicae* (L.) (Hemiptera: anphididae) e *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepdoptera: Pieridae). 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e conservação de recursos naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

MATOS, J. F. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997. 141p.

MICHAELI, D.; MOLAVI, A.; MIRELMAN, D.; HANOCH, A.; WEINSTEIN, L. Mode of action of coumermycin A: comparisons with novobiocin. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 10, p. 95-99, 1970.

MOREIRA, P. F. S. D.; SOUZA, D. R.; TERRONES, M. G. H. Avaliação do potencial alelopático do extrato metanólico obtido das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi) na inibição do desenvolvimento da raiz em sementes de *Panicum maximum*. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 74-79, 2008.

NEGRI, G.; OLIVEIRA, A. F. M.; SALATINO, M. L. F.; SALATINO, A. Chemistry of the stem bark of *Amburanacearensis* (Allemão) (A. C. SM.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Paulinia, v. 6, p. 1-4, 2004.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S; DIÓGENES, F. E.P.; FILHO, S. M. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae) **Acta Botanica Brasilica**. Vitoria da conquista, v. 26, n. 3, p. 685-690. 2012.

OLIVEIRA, L. G. A.; DUQUES, F. F.; BELINELO, V. J.; SCHMILDT, E. R.; ALMEIDA, M. S. Atividade alelopática de extrato acetato-etílico de folhas de *Solanum*

cernuum Vell. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 538-543, 2013.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; SILVEIRA, S. S. M.; DIOGENES, F. E. P.; FILHO, S. M. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae) **Acta Botânica. Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 3, p. 685- 690, 2012.

PAYA, M.; HALLIWEL, B.; HOULT, J. R. Interactions of a series of coumarins with reactive oxygen species: Scavenging of superoxide, hypochlorous acid and hydroxyl radicals. **Biochemical Pharmacology**, v. 44, p. 205-214, 1992.

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

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

PRATES, H.; PAES, J. M. V.; PIRES, N. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 99-914, 2000.

RICARDO, L. G. P. S. **Estudos etnobotânicos e prospecção fitoquímica de plantas medicinais utilizadas na comunidade do horto, juazeiro do norte (CE)**. 2011. 89f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais, com área de concentração em Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais)- Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2011.

RICE, E. L. **Allelopathy**. London: Academic Press, 1984. 413p.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Oklahoma: A press, INC, 1984 Allelopathy: an overview in: WALLER, G. R. Allelochemicals: role in agriculture and forestry. American Chemical Society, Washigton D.C., v. 330, p. 8-22, 1987.

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.

SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathy interactions. **Agronomy. Journal**. Madison. v. 88, n. 6, p. 876-885, 1996.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *mimosa tenuiflora* (willd.) poir. na germinação de *lactuca sativa* L. **Bioscience jornal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 472-477, 2012.

SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. **Constituintes micromoleculares de plantas do nordeste com potencial farmacológico**: com dados de RMN 13C. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2005. 216p.

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

SILVA, W. A.; NOBRE, A. P.; LEITE, A. P. SILVA, M. S. C.; LUCAS, R. C.; RODRIGUES, O. G. Efeito alelopático de extrato aquoso de *Amburana cearensis* na germinação e crescimento de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Patos, v. 2, n. 1, p. 49-54, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B.; CUNHA, R. L. Análise comparativa do potencial alelopático do extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de cipó-d'alho (Bignoniaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 647-653, 2009.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GURGEL, E. S. C.; QUEIROZ, M. S. M.; SANTOS, J. U. M. Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de *copaifera* (leguminosae-caesalpinioideae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 743-751, 2010.

SOUZA, V. M.; CARDOSO, S. B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *eucalyptus grandis* sobre a germinação de *lactuca sativa* L. (alface) e *phaseolus vulgaris* L. (feijão) **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, v. 3, n. 2, p. 2237-3462, 2013.

TIGRE, C. B. **Silvicultura para as matas xerófilas**. Fortaleza: DNOCS, 1970. 176p.

WALLER, G. R.; FEUG, M. C.; FUJII, Y. **Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites**. In: INDERJIT-DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L Principles and practices in plant ecology: Allelochemical Interactions. CRR Press, 1999. 609 p.

YAMADA, K.; ANAI, T.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S.; HASEGAWA, K. Structure-activity relationship of lepidimoide and anlogues, **Phytochemistry**, New York, v. 41, n. 3, p. 671-673, 1996.

YOKOTANI-TOMITA, K.; GOTO, N.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S.; HASEGAWA, K. Growth-promoling allelopathic substance exuded from germinating *Arabodopsis thatiana* seeds, **Phytochemistry**, New York, v. 47, n. 1, p. 1-2, 1998.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste estudo com espécies da caatinga potencialmente alelopáticas, pode-se dizer que os efeitos mais drásticos no desenvolvimento de plântulas de milho, melão e feijão-caupi foram provocados por extrato de sementes. Esta pesquisa servirá para despertar o interesse dos pesquisadores, dado o grande potencial destas espécies. Um dos caminhos para que isto ocorra é o isolamento e identificação de compostos destas espécies, pois estes conhecimentos poder servir como ferramenta na busca de novas substâncias com funções diversas – repelentes de insetos, inibidoras do desenvolvimento de patógenos e plantas daninhas, além da elucidação dos processos de dormência, já que alguns dos metabólitos isolados de sementes, como as cumarinas, estão associados a esses processos.

Outra contribuição do presente estudo é o questionamento de que os compostos alelopáticos estariam em maior proporção nas folhas, pois o que foi visto nesta pesquisa é que as sementes de cumaru apresetaram-se mais ativas em afetar o desempenho das plântulas de milho, melão e feijão-caupi do que as folhas. Sendo assim, é necessário, antes de qualquer afirmação sobre determinado órgão conter mais ou menos aleloquímicos, fazer um estudo cromatográfico dos constituintes presentes em determinada população, levando-se em consideração as interações reinantes no local.

ANEXOS

**ANOMALIAS DE PLÂNTULAS DE MILHO, MELÃO E FEIJÃO-CAUPI
SUBMETIDAS AO EXTRATO DE SEMENTE DE CUMARU NAS
CONCENTRAÇÕES 0,125; 0,25; 0,5 e 1%.**

