

MÁRCIA CARINE DA SILVA BARROS

**EFEITO DO *Cowpea severe mosaic virus* NA TAXA FOTOSSÍNTÉTICA E NA
PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CAUPI *Vigna unguiculata* L.(Walp) E
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ACIBENZOLAR-S-METIL NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA AO MOSAICO SEVERO**

CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade

Centro de Ciências Agrárias

Universidade Federal de Alagoas

RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS

FEVEREIRO DE 2007

MÁRCIA CARINE DA SILVA BARROS

**EFEITO DO *Cowpea severe mosaic virus* NA TAXA FOTOSSÍNTÉTICA E NA
PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CAUPI *Vigna unguiculata* L.(Walp) E
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ACIBENZOLAR-S-METIL NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA AO MOSAICO SEVERO**

Dissertação apresentada à coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade do Centro de Ciências Agrárias, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, pela Universidade Federal de Alagoas.

Orientação: Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS

FEVEREIRO DE 2007

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- B277e Barros, Márcia Carine da Silva.
Efeito do *Cowpea severe mosaic virus* na taxa fotossintética e na produtividade de plantas de caupi *Vigna unguiculata* L. (Walp) e avaliação da eficiência do acibenzolar-S-metil na indução de resistência ao mosaico severo / Márcia Carine da Silva Barros. – Rio Largo, 2007.
31 f. : il. tabs., graf.
- Orientador: Gaus Silvestre de Andrade.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2007.
- Inclui bibliografia.
1. Feijão caupi. 2. Feijão-de-corda. 3. *Cowpea severe mosaic virus*.
3. Fotossíntese. I. Título.

CDU: 635.654

**EFEITO DO *Cowpea severe mosaic virus* NA TAXA FOTOSSÍNTÉTICA E NA
PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CAUPI *Vigna unguiculata* L.(Walp) E
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ACIBENZOLAR-S-METIL NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA AO MOSAICO SEVERO**

**Márcia Carine da Silva Barros
(Matrícula 2005M21D017S-7)**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Alagoas, pela banca examinadora formada pelos seguintes professores:

Orientador: *Gaus Silvestre de Andrade Lima*
Prof Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

Setor de Fitossanidade – UFAL

Examinadores: *Iraildes Pereira Assunção*

Profª Drª Iraildes Pereira Assunção

Setor de Fitossanidade – UFAL

(Co-orientadora)

Prof. Dr. Júlio Alves Cardoso Filho

Setor de Fitotecnia – UFAL

Profª Drª Marissônia de Araújo Noronha

Setor de Fitossanidade – UFAL

*"Felicidade é a certeza de que nossa vida
não está se passando inutilmente."*

Érico Veríssimo

DEDICATÓRIA

A Deus, pela graça da minha existência, por ter me guiado e ter me dado conforto espiritual em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais Luiz Mendes Barros e Ivonete da Silva Barros, primeiramente, por ter me dado a vida e terem sido meus maiores exemplos de amor e respeito. Ao meu irmão Luiz Alberto, pelo exemplo maravilhoso de ser humano que sempre representou a mim, pelo apoio, confiança e ter sempre me incentivado a seguir em frente nos estudos.

A minha família, pelo apoio, amor, confiança e força que sempre tiveram comigo.

Aos meus amigos e amigas, (em especial a Leônia, Lidiane, Liliane, Joyce, Mariana, Sarah, Içaro, Júlio César, Ana Paula e Leonardo), pela ajuda no decorrer deste trabalho e pelos grandes momentos de alegria, pela confiança, incentivo, amizade e apoio.

A todos integrantes do Laboratório de Fitotecnia e Fitossanidade do CECA-UFAL pela amizade, pelos maravilhosos momentos que passamos trabalhando juntos, pelo apoio no decorrer dos trabalhos. Vocês são os maiores exemplos de que somente juntos conseguimos crescer. Obrigada pelo exemplo imenso de união.

Obrigada a todos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Gaus Silvestre de Andrade Lima, pelo exemplo de profissional e de grande ser humano que representa para mim, pela confiança, exemplo de ética, simplicidade, respeito, profissionalismo, por me orientar no decorrer deste mestrado contribuindo imensamente na minha formação profissional.

À Profa. Iraildes Pereira Assunção, pelo exemplo de grande ser humano e de grande profissional, pela confiança, ética, respeito, profissionalismo, por ter sido minha orientadora de graduação e ter contribuído imensamente em minha formação profissional.

À Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade de poder realizar este mestrado em sua grande e respeitada Instituição.

Aos membros do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, pelo espaço para a realização deste trabalho.

À Fundação do Amparo à pesquisa no Estado de Alagoas (FAPEAL), pelo financiamento da bolsa de mestrado.

Aos membros da banca examinadora, que ao se disporem a participar da avaliação dessa dissertação, foram responsáveis por valiosas sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

A todos os professores do curso de mestrado, que muito contribuíram com meu conhecimento no decorrer deste curso.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| Resumo | VII |
| Abstract | VIII |
| Capítulo 1 – INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REVISÃO DA LITERATURA | 2 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 7 |
| Capítulo 2 – EFEITO DO <i>Cowpea severe mosaic virus</i> NA TAXA FOTOSSÍNTESE E NA PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CAUPI <i>Vigna unguiculata</i> L.(Walp) E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ACIBENZOLAR-S-METIL NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A MOSAICO SEVERO | 13 |
| RESUMO | 14 |
| ABSTRACT | 15 |
| INTRODUÇÃO | 16 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| -Análise das perdas ocasionadas pelo mosaico severo | 21 |
| -Efeito do mosaico severo sobre a concentração de clorofila em folhas de caupi | 24 |
| -Efeito do Acibenzolar-S-Metil sobre a severidade do mosaico severo | 25 |
| CONCLUSÕES | 27 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1. Sintomas do mosaico severo em plantas de caupi inoculadas com o <i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV). | 18 |
| Figura 2. Figura 2. Manilhas contendo plantas de caupi, A-infectadas com o <i>Cowpea severe mosaic virus</i> (CPSMV) e B-sadias. | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|--|--------|
| Tabela 1. Efeito da época da inoculação do <i>Cowpea severe mosaic vírus</i> , sobre o estande e a produtividade de plantas de caupi (primeiro experimento). | 22 |
| Tabela 2. Efeito da época da inoculação do <i>Cowpea severe mosaic virus</i> sobre o estande e a produtividade de plantas de caupi (segundo experimento). | 23 |
| Tabela 3. Teor de clorofila em folhas de plantas de caupi inoculadas ou não com o <i>Cowpea severe mosaic virus</i> | 25 |
| Tabela 4. Efeito da aplicação do Acibenzolar-S-Metil (ASM) sobre a germinação e a produção de plantas de caupi inoculadas com o <i>Cowpea severe mosaic virus</i> . | 26 |

RESUMO

O cultivo do caupi (*Vigna unguiculata*) representa uma importante alternativa no suprimento das necessidades protéicas de pequenos agricultores na região Nordeste do Brasil. Neste trabalho foi determinado o efeito do mosaico severo, (Cowpea severe mosaic vírus - CPSMV), sobre a produção e teor de clorofila de plantas de caupi, cv. “Sempre Verde” em condições de inoculações controladas e avaliação do emprego do indutor de resistência Acibenzolar-S-metil (ASM) como uma opção para reduzir as perdas da cultura ocasionadas pela doença. Para análise das perdas foram conduzidos dois experimentos em distintas épocas. Nesses experimentos as plantas foram submetidas a inoculações em duas épocas diferentes, sendo a primeira aos 14 ou 19 dias e a segunda aos 29 ou 34 dias após o plantio (DAP). O efeito da doença sobre o teor de clorofila foi avaliado comparando-se a concentração de clorofila em folhas de plantas inoculadas com folhas de plantas não inoculadas, empregando-se um medidor portátil (SPAD). Para avaliar o potencial do ASM como alternativa para a redução da severidade do mosaico severo avaliou-se o número de vagens por planta e o peso de grãos de plantas tratadas e não tratadas (sementes e/ou parte aérea) com ASM. As perdas no rendimento variaram de 42 a 91 %, sendo que quanto mais precoce as inoculações mais drásticas foram as perdas, sugerindo que medidas de controle, como a redução da população dos vetores devem ser concentradas nas fases iniciais da cultura. A redução na produtividade de plantas de caupi pode ser explicada em parte, pela diminuição do número de plantas por parcela, pois muitas plantas inoculadas aos 14 ou 19 DAP morreram em decorrência da infecção e pela redução da concentração de clorofila que foi observada nas plantas inoculadas. O tratamento de plantas de caupi com ASM, (semente e/ou parte aérea), não promoveu redução da severidade da doença nem o aumento da produtividade das plantas.

Palavras chave: feijão caupi, fotossíntese, *Cowpea severe mosaic virus*

ABSTRACT

The culture of caupi (*Vigna unguiculata*) represents an important alternative in the supplement of the proteins necessities of small agriculturists in the Northeast region of Brazil. In this work the effect of the severe mosaic, (*Cowpea severe mosaic virus* - CPSMV), was determined, on the production and content of chlorophyll of plants of caupi, cv. "Sempre verde" in conditions of controlled inoculations and evaluation of the job of the inductor of Acibenzolar-S-metil resistance (ASM) as an option to reduce the losses of the culture caused by the illness. For analysis of the losses two experiments at distinct times had been lead. In these experiments the plants had been submitted the inoculations at two different times, being first to the 14 or 19 days and second to the 29 or 34 days after plantation (DAP). The effect of the illness on the content of chlorophyll was evaluated comparing it concentration of chl orophyllin leves of plants inoculated with leves of plants not inoculated, using a portable measurer (SPAD). To evaluate the potential of the ASM as alternative for the reduction of the severity of the severe mosaic one evaluated the number of string beans for plant and the weight of grains of plants dealt and not treated (seeds and/or aerial part) with ASM. The losses in the income had varied of 42 91 %, being that the more precocious the inoculations most drastic had been the losses, suggesting that measured of control, as the reduction of the population of the vectors must be concentrated in the initial phases of the culture. The reduction in the productivity of plants of caupi can be explained in part, for the reduction of the number of plants for parcel, therefore many plants inoculated to the 14 or 19 DAP had died in result of the infection and for the reduction of the concentration of chlorophyll that it was observed in the inoculated plants. The treatment of plants of caupi with ASM, (seed and/or aerial part), did not promote reduction of the severity of the illness nor the increase of the productivity of the plants.

Additional Keywords: beans caupi, photosyntheses , *Cowpea severe mosaic virus*

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL

O feijão caupi, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) desempenha importante papel econômico-social nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. No nordeste, onde se concentra maior produção nacional, o caupi é preferido pela população em detrimento do feijão comum (MAY et al. 1988). Esta cultura gera 2,4 milhões de empregos diretos e abastece a mesa de 27,5 milhões de nordestinos (Benevenuti, 1996). Seu cultivo é praticado, principalmente por pequenos produtores, que normalmente consomem toda a sua produção. Nestas situações o caupi constitui a principal fonte protéica da dieta das populações rurais. O consumo desta leguminosa é considerado pela FAO, como uma das melhores opções para o aumento da oferta de proteínas, em função do baixo custo de produção (Simon, 2002).

No Nordeste brasileiro, a produtividade média do caupi está em torno de 356 Kg/ha, apenas um quarto da produtividade observada em campos experimentais (BENEVENUTTI, 1996). A baixa produtividade é consequência de vários fatores, merecendo destaque à baixa tecnologia empregada no cultivo e a falta de aplicação de medidas adequadas para o controle de pragas e doenças.

As doenças ocasionadas por vírus despontam como as mais importantes para a cultura do caupi (LIMA & NELSON, 1974), sendo o mosaico severo do caupi, causado pelo *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV), responsável por perdas expressivas (FREIRE-FILHO et al, 1992). O CPSMV pertence ao gênero *Comovirus*, da família Comoviridae. Em condições naturais, o vírus é transmitido de maneira circulativa não propagativa por algumas espécies de coleópteros da família Chrysomelidae, merecendo destaque a espécie *Diabrotica speciosa*, conhecida popularmente como vaquinha, (COSTA et al, 1978).

Vários fatores influenciam na magnitude das perdas no rendimento ocasionadas pelo mosaico severo na cultura do caupi, principalmente a cultivar, a estirpe viral e a época em que a infecção ocorre, sendo que normalmente infecções mais precoces promovem reduções mais drásticas na produtividade (BOOKER et al., 2005). Podendo essa diminuição está associada com a redução da área foliar e do teor de clorofila, conforme relatado por (JADÃO et. al., 2004), para interações envolvendo o *Lettuce mosaic virus* (LMV) e a alface.

A utilização de variedades resistentes tem sido apontada como a melhor opção para o manejo do mosaico severo do caupi, e algumas variedades com elevados níveis de resistência já estão disponíveis (ASSUNÇÃO et al., 2005). Outra alternativa promissora é o emprego de indutores de resistência, como o Acibenzolar-S-Metil, que vem sendo utilizando com sucesso

em algumas interações envolvendo vírus, como o *Tobacco mosaic virus* (TMV) e o fumo. (KESSMANN et al, 1994).

Apesar da cultivar ‘Sempre Verde’ ser uma das mais plantadas no Nordeste, não existem trabalhos avaliando o impacto do mosaico severo sobre a produção desta cultivar em condições de campo, bem como sobre a influência da doença no teor de clorofila. Também ainda não foi avaliada a eficiência do ASM como indutor de resistência ao CPSMV em plantas de caupi.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do mosaico severo sobre a produção e sobre o teor de clorofila de plantas de caupi e verificar a possibilidade da utilização do Acibenzolar-S-metil como indutor de resistência ao CPSMV.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura do caupi

O feijão *Vigna unguiculata* é produzido em todo mundo, ocupando uma área cultivada de cerca de 12,5 milhões de ha, destacando-se como principais países produtores, a Nigéria, o Niger e o Brasil (QUIN, 1997).

No Brasil, o caupi, também conhecido como feijão-de-corda, feijão caupi ou feijão macassar, desempenha importante papel econômico-social na agricultura das regiões Norte e Nordeste. No Nordeste, maior produtor brasileiro, esta leguminosa assume importância ainda maior, sendo preferido pela população em detrimento do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Estima-se que 73% do feijão consumido nesta região correspondam ao feijão caupi (MAY et al., 1988), contudo esse número é superior a 95 % em alguns estados como o Maranhão, o Ceará, o Piauí e o Rio Grande do Norte. Os maiores produtores nacionais de caupi são os estados do Ceará (159.471 t), Piauí (58.786 t), Bahia (50.249 t) e Maranhão (35.213 t), os quais também apresentam as maiores áreas plantadas (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1993-2001) citado pela EMBRAPA 2003, nivelando-se ao milho e a mandioca, sendo superada apenas pela cana de açúcar, (BENEVENUTTI, 1996).

2.2 Doenças do Caupi

A baixa produtividade do feijão caupi reflete na forma de cultivo, feita predominantemente por pequenos agricultores numa exploração de subsistência, bem como, a falta de aplicação de tecnologias adequadas, como o controle de pragas e doenças.

Dentre as principais doenças foliares do caupi podem ser citadas a ferrugem, a cercosporiose e a sarna causadas, respectivamente, pelos fungos *Uromyces appendiculatus* (Pers.), *Mycosphaerella cruenta* Latham (*Pseudocercospora cruenta* (Sacc.) Deigtom e *Cercospora canescens* Ellis & Martin, *Elsinoe phaseoli* Jenk e o crestamento bacteriano, causado pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *vignicola* (Burkholder) Dye, (PIO-RIBEIRO & ASSIS-FILHO, 1997).

Contudo, as doenças provocadas por vírus, pela frequência e severidade com que ocorrem, despontam como as mais importantes para a cultura do caupi (LIMA & NELSON, 1974). Dentre as viroses, o mosaico severo do caupi, tem sido apontado como um fator limitante da produção em vários estados brasileiros (QUINDERÉ & BARRETO, 1988; FREIRE-FILHO et al., 1992).

2.3 O mosaico severo do caupi

O mosaico severo do caupi é causado pelo *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV), classificado no gênero *Comovirus*, família *Comoviridae* (REGENMORTEL et al, 2000). Seu genoma é codificado por duas moléculas de RNA de fita simples de sentido positivo, denominadas RNA 1 e RNA 2. O RNA 1, com aproximadamente 6000 nucleotídeos, codifica possivelmente para cinco proteínas: uma helicase (58 KDa), uma RNA polimerase dependente de RNA (87 KDa), a proteína VPg que liga-se à extremidade 5' do RNA, uma proteinase de 24 KDa e um cofator (37 KDa) para a proteinase (CHEN & BRUENING, 1992a). O RNA 2, com cerca de 3700 nucleotídeos, codifica provavelmente para a proteína de movimento célula a célula e para as duas subunidades que formam a capa protéica (CHEN & BRUENING, 1992b).

Os isolados de CPSMV que ocorrem no Brasil praticamente não têm sido estudados em nível molecular, sendo o conhecimento sobre a variabilidade do vírus limitado e restrito a propriedades biológicas, principalmente a resposta de certos genótipos de caupi à infecção.

Em condições naturais o CPSMV é transmitido por insetos conhecidos vulgarmente como vaquinhas, pertencentes à família Chrysomelidae (COSTA et al, 1978; BRIOSO et al., 1994). Nas condições do Nordeste Brasileiro as principais espécies vetoras pertencem aos gêneros *Diabrotica* e *Cerotoma* (COSTA et al, 1978). O vírus encontra-se disseminado em praticamente todas as regiões produtoras do Brasil (COSTA et al., 1978; LIMA & SANTOS, 1988; PAZ et al, 1999).

Os sintomas causados pela doença do mosaico severo são morfológicos como deformações do tipo bolhosidade, onde bolhas são formadas quando porções do tecido com crescimento normal são cercadas por porções com redução acentuada de crescimento; o tecido normal torna-se abaulado com aspecto de bolha e mosaico, que consiste em uma mistura de áreas com matizes de verde, clorótico e, ou, amarelo, distribuído irregularmente pela superfície da folha, geralmente com bordos nítidos delimitando cada área”. (ZERBINI, 2002).

A numerosa gama de hospedeiros do CPSMV contribui para a ampla distribuição geográfica do vírus e para as dificuldades encontradas no manejo da doença (BRIOSO et al., 1994; PAZ et al, 1999). O CPSMV infecta naturalmente várias espécies cultivadas e silvestres da família Fabaceae. Dentre as hospedeiras cultivadas mais conhecidas estão a soja (*Glycine max* (L.) Merrill), fava (*Phaseolus lunatus* L.), feijoeiro (*P. vulgaris* L.), crotalária (*Crotalaria* spp.), (LIMA et al., 2005) entre outras.

2.4 Controle do mosaico severo do caupi

Medidas de controle do mosaico severo do caupi geralmente envolvem a aplicação de inseticidas visando redução das populações dos insetos vetores e conseqüentemente da incidência doença (COSTA et al, 1978). Tal medida tem se apresentado ineficaz no período chuvoso, quando a planta cresce mais intensamente. O alto custo destes inseticidas também tem desencorajado a adoção desta medida pelos agricultores. Em decorrência destas e de outras razões, a resistência genética tem sido apontada como a medida mais indicada para o controle do CPSMV (SANTOS et al, 1987; VALE & LIMA, 1995; UMAHARAN et al., 1996; PAZ et al, 1999).

Alguns trabalhos têm relatado fontes de resistência ao CPSMV no germoplasma de caupi (FULTON & ALLEN, 1982; SANTOS et al, 1987; VALE & LIMA, 1995; UMAHARAN et al. 1996, PAZ et al, 1999). Em alguns casos a resistência foi incorporada em cultivares comerciais, como por exemplo, a cultivar BR-10 (SANTOS et al, 1987). No entanto, os programas de melhoramento para resistência ao CPSMV não têm sido um

processo contínuo, ou seja, a resistência não é incorporada nas cultivares lançadas mais recentemente de caupi. Isto ocorre devido ao fato dos genes identificados nem sempre apresentam um amplo espectro de ação, já que, sua efetividade depende do isolado viral considerado. (ASSUNÇÃO et. al, 2005)

A base genética da resistência ao CPSMV em caupi foi investigada em alguns casos. A maioria dos estudos tem alcançado os mesmos resultados, isto é, a resistência é controlada por um único gene recessivo (JIMENEZ et al, 1989; VALE & LIMA, 1995; COELHO et al, 1998). Entretanto, esses trabalhos não haviam determinado se esses genes eram ou não alelos do mesmo loco.

Recentemente ASSUNÇÃO et al. (2005) trabalhando com alguns genótipos resistentes de caupi demonstraram que as variedades CNC-0434 e Macaíbo apresentavam o mesmo gene de resistência e que esse gene era distinto do gene apresentado pela linhagem L 254.008. A elucidação deste fato pode ter importante repercussão no melhoramento genético da cultura, pois genes distintos podem ser combinados em uma mesma cultivar, sendo que essa cultivar hipotética provavelmente apresentará uma resistência mais duradoura e de espectro mais amplo. Em uma outra situação, a resistência ao CPSMV foi atribuída a três genes recessivos não ligados (UMAHARAM et al, 1996).

Uma alternativa promissora para o manejo de viroses pode ser o emprego de indutores de resistência, como o Acibenzolar-S-metil. Essa molécula, um éster S-metil do ácido benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotióico (ASM) tem sido considerada um dos mais potentes ativadores abióticos da resistência sistêmica adquirida – SAR (KESSMANN et al., 1994), proporcionando bons resultados em muitos patossistemas como por exemplo cacauero x *Verticillium dahliae* (CAVALCANTI et al., 2004), meloeiro x *Dydimella bryoniae* (RIZZO et al., 2003), bananeira x *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (QUERINO et al., 2005), tomateiro x mancha bacteriana – (*Xanthomonas vesicatoria* pv *tomato*) (SILVA et al., 2000). A indução da SAR resulta na restrição do crescimento de fitopatógenos e na inibição ou diminuição dos sintomas da doença devido à ativação dos mecanismos de defesa da planta.

O ASM não possui atividade antimicrobiana direta e supõe-se que desempenhe um papel semelhante ao do ácido salicílico na via de transdução do sinal que leva à SAR (YAMAGUCHI, 1998). Após a aplicação, o ASM é prontamente absorvido e translocado pela planta, gerando um sinal sistêmico que desencadeia a expressão de genes de defesa da planta.

No caso de viroses como exemplos bem sucedidos do emprego do ASM podem ser citados os trabalhos de FRIEDRICH et al., (1996) e LAWTON et al., (1996), os quais

avaliaram o efeito desse indutor na proteção de plantas de fumo e arabidopsis contra infecções do *Tobacco mosaic virus* (TMV).

Outro indutor de resistência é o benzotiadiazol acibenzolar-S-methyl (BTH), pertencente ao grupo químico benzotiadiazole é considerado um ativador químico da resistência de plantas a doenças. Após aplicado, o BTH é absorvido e translocado pela planta, gerando um sinal sistêmico que desencadeia a expressão dos genes de defesa, ou seja o fenômeno da resistência sistêmica adquirida (SAR) (STICHER et al., 1997; WEI et al., 1991; WHITE et al., 1979; YAMAGUCHI, 1998). A aquisição de resistência através de BTH deve-se principalmente ao acúmulo nas células de PR-proteínas como as proteinases, quitinases e peroxidases. Tais proteínas apresentam a capacidade de degradar as paredes celulares de fungos e bactérias, impedindo o processo infeccioso (MADAMANCHI et al., 1991).

2.5 Efeito das viroses de plantas sobre a fotossíntese

Em várias interações vírus-planta hospedeira as perdas de rendimento podem ser atribuídas, pelo menos em parte, a redução da eficiência fotossintética da planta. Por sua vez, essa redução é consequência da degradação das moléculas de clorofila ocasionadas pelos sintomas de mosaico e necrose (JADÃO et al., 2004), comuns nas infecções do CPSMV em plantas de caupi.

SHIMIZU et al. (2007) demonstraram que a infecção de plantas de arroz pelo *Rice dwarf virus* gerou a repressão de genes relacionados com os cloroplastos o que conduziu aos sintomas de mosaico e mosqueado ocasionados pelo vírus. Estudando o efeito da infecção do LMV e LeMov sobre plantas de alface, JADÃO et al. (2004) constataram que a severidade dos isolados podia ser atribuída ao seu dano sobre o aparato fotossintético das plantas. Além do efeito sobre a fotossíntese as infecções virais podem resultar em alterações na respiração, no metabolismo hormonal e no fluxo de seiva, entre outros (LEITE & PASCHOLATI, 1995).

Durante muito tempo os estudos sobre o efeito das infecções virais na fotossíntese foram pouco explorados em consequência das dificuldades de se quantificar direta ou indiretamente a fotossíntese. Recentemente, o uso de medidores portáteis de clorofila, como o SPAD-502 (Konica Minolta), vem crescendo, pois é um método prático, confiável e principalmente não destrutivo. O SPAD permite realizar '*in situ*' a quantificação do teor clorofila total pela medição de densidades ópticas nas folhas, sendo realizado através da emissão de dois comprimentos de ondas sobre o mesófilo foliar. Desta forma, um grande número de amostras pode ser analisado em um curto espaço de tempo no campo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSUNÇÃO, I.P.; M.-FILHO, L.R.; RESENDE, L.V.; BARROS, M.C.S.; LIMA, G.S.A.; COELHO, R.S.B.; LIMA, J.A.A. Genes diferentes podem conferir resistência ao *Cowpea severe mosaic virus* em caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.274-278, 2005.

BENEVENUTTI, V. **Gestão governamental de apoio à produção de feijão: o caso de Pernambuco** (1991-1994). 1996, (Dissertação de Ms. Em Administração Rural e comunicação rural), Universidade Federal Rural de Pernambuco-Recife, 160p.

BOOKER, H. M.; UMAHARAN, P.; MCDAVID, C. R. Effect of *Cowpea severe mosaic virus* on crop growth characteristics and yield of cowpea. **Plant Disease**, Saint Paul, v.89, n. 3, p.515-520, 2005.

BRIOSO, P.S.T.; DUQUE, F.F.; SAYÃO, F.A.D.; LOURO, R.P.; KITAJIMA, E.W.; OLIVEIRA, D.E. Vírus do mosaico severo do caupi – infecção natural em mungo verde, *Vigna radiata*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.420-429, 1994.

CAVALCANTI, L. S. ; RESENDE, M. L. V. ; NOJOSA, G. B. A. Efeito da época de aplicação e dosagem do Acibenzolar – S-Metil na indução a murcha-de-verticillium em cacauero. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n 1, p. 67-71, 2004.

CHEN, X.; BRUENING, G. Cloned copies of cowpea severe mosaic virus RNAs: infectious transcripts and complete nucleotide sequence of RNA 1. **Virology**, v.191, n 2, p. 607-618, 1992a.

CHEN, X.; BRUENING, G. Nucleotide sequence and genetic map of cowpea severe mosaic virus RNA2 and comparisons with RNA of the other comoviruses. **Virology**, v.187, n 2, p.682-692, 1992b.

COELHO, R.S.B.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G.P. Controle genético da resistência em linhagem de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ao vírus o mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, suplemento, p.315, 1998.

COSTA, C.L., LIN, M.T., KITAJIMA, E.W., SANTOS, A.A., MESQUITA, R.C.M. E FREIRE, F.R.F. *Cerotoma arcuata* (Oliv.) um crismelídeo vetor do mosaico da *Vigna* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.3, n.2, p.81-82, 1978.

FREIRE-FILHO, F.R., CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Variabilidade genética e capacidade de combinação em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: **Seminário de pesquisa agropecuária do Piauí**. EMBRAPA-UEPAE. Teresina p. 219-227, 1992.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; GUTRELLA, M.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H.; RYALS, J. A benzothiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **Plant Journal**, Oxford, v.10, n.1, p.61-70, 1996.

FULTON, J.P.; ALLEN, D.J. Identification of resistance to cowpea severe mosaic vírus. **Tropical Agriculture** v.59, p.66-68, 1982.

JADÃO, A.S.; PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R.; ZERBINI, F.M. Efeitos na fotossíntese e área foliar de cultivares de alface inoculadas mecanicamente com patótipos do *Lettuce mosaic virus* e *Lettuce mottle vírus*; **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.11-15, 2004

JIMENEZ, C.C.M.; BORGES, O.L.; DEBBROT, E.A. Herancia de la resistencia del frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) al virus del mosaic severo del caupi. **Fitopatologia Venezuelana**, Caracas, v.2, n.1, p.5-9, 1989.

KESSMANN, H., STAUV, T., HOFMANN, C., MAETZKE, T. & HERZOG, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology** Saint Paul, v.32, p.439-459, 1994.

LAWTON, K.; FRIEDRICH, L.; HUNT, M.; WEYMANN, K.; DELANEY, T.; KESSMANN, H.; STAUB, T.; RYALS, J. Benzothiazole induces disease resistance in *Arabidopsis* by activation of systemic acquired resistance signal transduction pathway. **Plant Journal**, research triangle park, v.10, n 1 p.71-82, 1996.

LEITE, B.; PASCHOLATI, S.F. Hospedeiro: alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: BERGAMIN, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia** - Vol. 1 - Princípios e Conceitos. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 3ª edição, p.393-416, 1995.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, v. 5, n. 12, 1993; v. 6, n. 12, 1994; v. 7, n. 12, 1995; v. 8, n. 12, 1996; v. 9, n. 12, 1997; v. 10, n. 12, 1998; v. 11, n. 12, 1999; v. 12, n. 12, 2000; v. 13, n. 12, 2001. "CITADO" pela ... EMBRAPA, Sistemas de Produção, 2 ISSN 1678-8818 Versão Eletrônica Jan/2003, Cultivo de Feijão-Caupi, Acesso em 05 de janeiro de 04/01/2007 - <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/index.htm>

LIMA, J.A.A.; NELSON, M.R. Purificação e identificação sorológica de "cowpea mosaic vírus" em *Vigna sinensis* Endl. no Ceará. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.3, n.1, p.5-8, 1974.

LIMA, J.A.A., SANTOS, C.D.G. Viral disease of cowpea in Brazil. In: WATT, E.E. & ARAÚJO, J.P.P. **Cowpea Research in Brazil**. IITA/EMBRAPA, p.213-232. 1988.

LIMA, J.A.A.; NASCIMENTO, A.K.Q.; SILVA, G.S.; CAMARÇO, R.F.E.A.; GONÇALVES, M.F.B. *Crotalaria paulinea*, novo hospedeiro natural do vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v.30, n.4, 2005

MADAMANCHI, N.R., KUC, J. Induced systemic resistance in plants. In: COLE, G.T.; HOCH, H. (Eds) *The fungal spore and disease initiation in plants*. New York: Plenum Press, 1991. p.347-362. Citado por Jesus G. Töfoli^I; Ricardo J. Domingues^I; Mariléia R. Ferreira^I; Orlando Garcia Júnior, Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata, Hort. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005

MAY, P.H.; TEIXEIRA, S.M. AND SANTANA, A.C. Cowpea production and economic importance in Brazil. In: Watt, E.E. and Araújo, J.P.P. de : **Cowpea research in Brazil**. Brasília, IITA, EMBRAPA, p. 31-62, 1988.

PAZ, C.D.; LIMA, J.A.A.; PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M.; ANDRADE, G.P.; GONÇALVES, M.F.B. Purificação de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi, obtido em Pernambuco, produção de antissoros e determinação de fontes de resistência em caupi. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n.4, p.285-288, 1999.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M. Doenças do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**, v. 2, Doenças de plantas cultivadas. 3ª ed. São Paulo:Editora Ceres, 1997. p. 233-244.

QUERINO, C.M.B.; LARANJEIRA, D.; COELHO, R.S.B.; MATOS, A.P. Efeito de dois indutores de resistência sobre a severidade do mal-do-Panamá. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, p.239-243. 2005.

QUIN, F. M. Introduction. In: SING, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIEL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (Ed.) *Advances in cowpea research*. Ibadan: IITA-JIRCAS, 1997. p. ix-xv. "CITADO" pela ... EMBRAPA, Sistemas de Produção, 2 ISSN 1678-8818 Versão Eletrônica Jan/2003, Cultivo de Feijão-Caupi, Acesso em 05 de janeiro de 04/01/2007. Disponível na Internet -

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/index.htm>

QUINDERÉ, M.A.W. E BARRETO, P.D. Avaliação de cultivares e linhagens de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e suas relações às doenças. In: **Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará**. Bolm. Pesq. EPACE v.11, p.5-15, 1988.

RIZZO, A.N.; FERREIRA, M.R.; BRAZ, L.T. Ação de acibenzolar-s-methyl (BTH) isolado e em combinação com fungicidas no controle do cancro da haste em melão rendilhado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.238-240, 2003.

SANTOS, A.A.; FREIRE-FILHO, F.R.; CARDOSO, M.J. BR 10 – Piauí: cultivar de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) com resistência múltipla a vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 12, n.4, p.400-402, 1987.

SHIMIZU, T.; SATOH, K.; KIKUCHI, S.; OMURA, T. The Repression of Cell Wall- and Plastid-Related Genes and the Induction of Defense-Related Genes in Rice Plants Infected with *Rice dwarf virus*. **MPMI**, Saint Paul, v. 20, n.2, p.247-254, 2007.

SILVA, L. H. C. P. ; RESENDE, M. L. V. ; MAGALHÃES JÚNIOR, H. ; CAMPOS, J. R. ; SOUZA, R. M. ; CASTRO, R. M. . Épocas e modo de aplicação do ativador de plantas Benzothiadiazole (BTH) na proteção contra a mancha bacteriana em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 375-376, 2000.

SIMON, M.V. Uso de Marcadores Moleculares em *Phaseolus vulgaris*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

STICHER, L., MAUCH-MANI, B., MÉTRAUX, J.P. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.35, p.235-270, 1997. **Citado por Jesus G. Tófoli^I; Ricardo J. Domingues^I; Mariléia R. Ferreira^I; Orlando Garcia Júnior, Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata**, Hortic. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005

UMAHARAN, P., ARIYANAYAGAN, R.P. E HAQUE, S.Q. Resistance to *cowpea severe mosaic virus*, determined by three dosage dependent genes in *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Euphytica**, v.95, p.49-55, 1996.

VAN REGENMORTEL, M. H. V.; FAQUET, C. M.; BISHOP, D. H. L.; CARSTENS, E.; ESTES, M. K.; LEMON, S.; MANILOFF, J.; MAYO, J. A.; McGEOCH, D. J.; PRINGLE, C. R.; WICKNER, R. (Eds.) Virus taxonomy. Classification and nomenclature of viruses. Seventh report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses. New York: Academic Press, 2000.

VALE, C.C.; LIMA, J.A.A. Herança da imunidade da cultivar Macaibo de *Vigna unguiculata* ao vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.30-32, 1995.

WEI, G., KOEPPLER, J.W., TUZUN, S. Induction of systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth promoting rizobacteria. *Phytopathology*, v.81, n.6, p.1508-1512, 1991. **Citado por Jesus G. Töfoli^I; Ricardo J. Domingues^I; Mariléia R. Ferreira^I; Orlando Garcia Júnior, Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata**, Hortic. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005

WHITE, R.F. Acetylsalicylic acid (Aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco. *Virology*, v.99, p.410-412, 1979. **Citado por Jesus G. Töfoli^I; Ricardo J. Domingues^I; Mariléia R. Ferreira^I; Orlando Garcia Júnior, Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata**, Hortic. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005

YAMAGUCHI, I. Activators for systemic acquired resistance. In: HUTSON, D.& M YAMAMOTO, J. (Eds.) *Fungicidal Activity*. New York: Wiley, 1998. p.193-21. **Citado por Jesus G. Töfoli^I; Ricardo J. Domingues^I; Mariléia R. Ferreira^I; Orlando Garcia Júnior, Ação de acibenzolar-s-methyl isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima da batata**, Hortic. Bras. vol.23 no.3 Brasília July/Sept. 2005

YAMAGUCHI, I. Activators for systemic acquired resistance. In: HUTSON,D.&M YAMAMOTO, J. (Eds.). *Fungicidal activity*. New York: Wiley, 1998. p.193-121. Citado por J.G. Töfoli & R.J. Domingues; **CONTROLE DA PINTA PRETA DO TOMATEIRO COM O USO DE ACIBENZOLAR-S-METIL ISOLADO, EM MISTURA COM FUNGICIDAS E EM PROGRAMAS DE APLICAÇÃO**; http://www.biologico.sp.gov.br/arquivos/v72_4/tofoli.PDF, Acesso em 28/01/2007.

ZERBINI JR, F.M.; CARVALHO, M.G.; ZAMBOLIM, E.M; **Introdução a virologia vegetal**; EDITORA UFV; 2002; Viçosa MG, pg.25 – 26.

CAPÍTULO 2

EFEITO DO *Cowpea severe mosaic virus* NA TAXA FOTOSSÍNTÉTICA E NA PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE CAUPI *Vigna unguiculata* L.(Walp) E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ACIBENZOLAR-S-METIL NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA AO MOSAICO SEVERO

Trabalho submetido à Revista Ciência Rural do Centro de Ciências Rurais da Universidade
Federal de Santa Maria (RS)

Efeito do *Cowpea severe mosaic virus* na Taxa Fotossintética e na Produtividade de Plantas de Caupi *Vigna unguiculata* L. (Walp) e Avaliação da Eficiência do Acibenzolar-S-Metil na Indução da Resistência ao Mosaico Severo

**Márcia Carine da Silva Barros¹; Iraídes Pereira Assunção¹; Júlio Alves Cardoso Filho¹;
Laurício Endres²; Gaus S. de Andrade Lima²**

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Fitopatologia,
Campus Delza Gitaí, BR 104 Norte, Km 85, Rio Largo, AL, CEP 57100-000.

(Aceito para publicação em xx/xx/xxxx)

Autor para correspondência: Gaus S. de A. Lima. E-mail: gausandrade@yahoo.com.br

RESUMO

O cultivo do caupi (*Vigna unguiculata*) representa uma importante alternativa no suprimento das necessidades protéicas de pequenos agricultores na região Nordeste do Brasil. Neste trabalho foi determinado o efeito do mosaico severo, (*Cowpea severe mosaic vírus* - CPSMV), sobre a produção e teor de clorofila de plantas de caupi, cv. 'Sempre Verde' em condições de inoculações controladas e avaliação do emprego do indutor de resistência Acibenzolar-S-metil (ASM) como uma opção para reduzir as perdas da cultura ocasionadas pela doença. Para análise das perdas foram conduzidos dois experimentos em distintas épocas.

1. Setor de Fitossanidade, Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Maceió, Alagoas, Brasil.

2. Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil.

Nesses experimentos as plantas foram submetidas a inoculações em duas épocas diferentes, sendo a primeira aos 14 ou 19 dias e a segunda aos 29 ou 34 dias após o plantio (DAP). O efeito da doença sobre o teor de clorofila foi avaliado comparando-se a concentração de clorofila em folhas de plantas inoculadas com folhas de plantas não inoculadas, empregando-se um medidor portátil (SPAD). Para avaliar o potencial do ASM como alternativa para a redução da severidade do mosaico severo avaliou-se o número de vagens por planta e o peso de grãos de plantas tratadas e não tratadas (sementes e/ou parte aérea) com ASM. As perdas no rendimento variaram de 42 a 91 %, sendo que quanto mais precoce as inoculações mais drásticas foram as perdas, sugerindo que medidas de controle, como a redução da população dos vetores devem ser concentradas nas fases iniciais da cultura. A redução na produtividade de plantas de caupi pode ser explicada em parte, pela diminuição do número de plantas por parcela, pois muitas plantas inoculadas aos 14 ou 19 DAP morreram em decorrência da infecção e pela redução da concentração de clorofila que foi observada nas plantas inoculadas. O tratamento de plantas de caupi com ASM, (semente e/ou parte aérea), não promoveu redução da severidade da doença nem o aumento da produtividade das plantas.

Palavras chave: feijão de caupi, fotossíntese, *Cowpea severe mosaic virus*

ABSTRACT

The culture of caupi (*Vigna unguiculata*) represents an important alternative in the supplement of the protein necessities of small agriculturists in the Northeast region of Brazil. In this work the effect of the severe mosaic, (*Cowpea severe mosaic virus* - CPSMV), was determined, on the production and text of clorofila of plants of caupi, cv. "Sempre verde" in conditions of controlled inoculations and evaluation of the job of the inductor of Acibenzolar-S-metil resistance (ASM) as an option to reduce the losses of the culture caused by the illness. For analysis of the losses two experiments at distinct times had been lead. In these experiments the plants had been submitted the inoculations at two different times, being first to the 14 or 19 days and second to the 29 or 34 days after plantation (DAP). The effect of the illness on the text of clorofila was evaluated comparing it concentration of clorofila in leves of plants inoculated with leves of plants not inoculated, using a portable measurer (SPAD). To evaluate the potential of the ASM as alternative for the reduction of the severity of the severe

mosaic one evaluated the number of string beans for plant and the weight of grains of plants dealt and not treated (seeds and/or aerial part) with ASM. The losses in the income had varied of 42.91 %, being that the more precocious the inoculations most drastic had been the losses, suggesting that measured of control, as the reduction of the population of the vectors must be concentrated in the initial phases of the culture. The reduction in the productivity of plants of caupi can be explained in part, for the reduction of the number of plants for parcel, therefore many plants inoculated to the 14 or 19 DAP had died in result of the infection and for the reduction of the concentration of chlorofila that it was observed in the inoculated plants. The treatment of plants of caupi with ASM, (seed and/or aerial part), did not promote reduction of the severity of the illness nor the increase of the productivity of the plants.

Additional Keywords: beans caupi, photosyntheses , *Cowpea severe mosaic virus*

INTRODUÇÃO

O feijão caupi, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) desempenha importante papel econômico-social nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. No nordeste, onde se concentra maior produção nacional, o caupi é preferido pela população em detrimento do feijão comum (MAY et al. 1988). Esta cultura gera 2,4 milhões de empregos diretos e abastece a mesa de 27,5 milhões de nordestinos (Benevenuti, 1996). Seu cultivo é praticado, principalmente por pequenos produtores, que normalmente consomem toda a sua produção. Nestas situações o caupi constitui a principal fonte protéica da dieta das populações rurais. O consumo desta leguminosa é considerado pela FAO, como uma das melhores opções para o aumento da oferta de proteínas, em função do baixo custo de produção (Simon, 2002).

No Nordeste brasileiro, a produtividade média do caupi está em torno de 356 Kg/ha, apenas um quarto da produtividade observada em campos experimentais (BENEVENUTTI, 1996). A baixa produtividade é consequência de vários fatores, merecendo destaque à baixa tecnologia empregada no cultivo e a falta de aplicação de medidas adequadas para o controle de pragas e doenças.

As doenças ocasionadas por vírus despontam como as mais importantes para a cultura do caupi (LIMA & NELSON, 1974), sendo o mosaico severo do caupi, causado pelo *Cowpea*

severe mosaic virus (CPSMV), responsável por perdas expressivas (FREIRE-FILHO et al, 1992). O CPSMV pertence ao gênero *Comovirus*, da família Comoviridae. Em condições naturais, o vírus é transmitido de maneira circulativa não propagativa por algumas espécies de coleópteros da família Chrysomelidae, merecendo destaque a espécie *Diabrotica speciosa*, conhecida popularmente como vaquinha, (COSTA et al, 1978).

Vários fatores influenciam na magnitude das perdas no rendimento ocasionadas pelo mosaico severo na cultura do caupi, principalmente a cultivar, a estirpe viral e a época em que a infecção ocorre, sendo que normalmente infecções mais precoces promovem reduções mais drásticas na produtividade (BOOKER et al., 2005). Podendo essa diminuição está associada com a redução da área foliar e do teor de clorofila, conforme relatado por (JADÃO et. al., 2004), para interações envolvendo o *Lettuce mosaic virus* (LMV) e a alface.

A utilização de variedades resistentes tem sido apontada como a melhor opção para o manejo do mosaico severo do caupi, e algumas variedades com elevados níveis de resistência já estão disponíveis (ASSUNÇÃO et al., 2005). Outra alternativa promissora é o emprego de indutores de resistência, como o Acibenzolar-S-Metil, que vem sendo utilizando com sucesso em algumas interações envolvendo vírus, como o *Tobacco mosaic virus* (TMV) e o fumo. (KESSMANN et al, 1994).

Apesar da cultivar ‘Sempre Verde’ ser uma das mais plantadas no Nordeste, não existem trabalhos avaliando o impacto do mosaico severo sobre a produção desta cultivar em condições de campo, bem como sobre a influência da doença no teor de clorofila. Também ainda não foi avaliada a eficiência do ASM como indutor de resistência ao CPSMV em plantas de caupi.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do mosaico severo sobre a produção e sobre o teor de clorofila de plantas de caupi e verificar a possibilidade da utilização do Acibenzolar-S-metil como indutor de resistência ao CPSMV.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e em uma área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), município de Rio Largo, AL.

Coleta, manutenção e identificação do isolado do *Cowpea severe mosaic virus*

O isolado de CPSMV utilizado nesse estudo foi coletado a partir de plantas de caupi apresentando sintomas de bolhosidade e de mosaico severo (Figura 1), cultivadas no CECA/UFAL, em agosto de 2005. Inicialmente o isolado foi inoculado em um hospedeiro de lesão local (*Chenopodium quinoa*) para purificação biológica. Em seguida foi multiplicado na cultivar de caupi 'Sempre Verde', mediante inoculações via extrato foliar tamponado (tampão fosfato, 0,1 M, pH 7,0, contendo 1% de bissulfato de sódio). Posteriormente, folhas de caupi inoculadas com o isolado purificado foram enviadas ao Laboratório de Fitovirologia da Universidade Federal do Ceará (UFC) para confirmação da espécie viral. Essa confirmação foi obtida com o teste sorológico de dupla difusão em ágar (ALMEIDA & LIMA, 2001), utilizando-se um antissoro específico para esse vírus.



Figura 1. Sintomas do mosaico severo em plantas de caupi inoculadas com o *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV).

Análise das perdas ocasionadas pelo *Cowpea severe mosaic virus* no rendimento da cultura do caupi

Visando avaliar o efeito da infecção pelo CPSMV sobre a produção de plantas de caupi foram realizados experimentos em condições de campo. O plantio foi realizado com sementes de Caupi cv. 'Sempre Verde', que é uma cultivar altamente suscetível ao CPSMV, em 21 manilhas de concreto com 1 m de diâmetro e 0,5 m de profundidade, contendo um substrato com uma mistura de solo e bagaço de cana na proporção 1:1. Em cada manilha, foram feitos três sulcos nos quais foram semeadas 17 sementes no total. Duas semanas após a semeadura procedeu-se um desbaste deixando oito plantas por parcela.

Para avaliar o efeito da época de infecção sobre a produção, as inoculações foram realizadas em dois períodos distintos, ou seja, aos 14 e aos 29 dias após plantio. As plantas de um terço das parcelas não foram inoculadas e consistiram no tratamento controle. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos, (plantas inoculadas aos 14 dias após o plantio, plantas inoculadas aos 29 dias após o plantio e plantas não inoculadas) e sete repetições. As inoculações foram realizadas conforme protocolo descrito por PAZ et al. (1999). De cada planta foram inoculadas as duas folhas mais jovens (considerando-se aquelas completamente desenvolvidas). Antes da inoculação as folhas foram pulverizadas com o abrasivo carborundum, para provocar ferimentos nos tecidos e permitir a entrada das partículas virais nas células hospedeiras.

Observações periódicas foram feitas para acompanhar o desenvolvimento dos sintomas até a colheita, que se realizou quando as vagens atingiram a maturação, o que ocorreu entre 80 e 90 dias após o plantio. Foram anotados o número de plantas com sintomas e o número de plantas mortas em decorrência do mosaico severo. A produção de grãos de cada parcela foi determinada mediante a colheita das vagens maduras, e pesagem dos grãos secos, em uma balança analítica. As médias de produção de cada tratamento foram comparadas através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para investigar o efeito do mosaico severo sobre a produção em plantas de caupi foi realizado uma repetição do experimento anterior, porém com algumas modificações. Esse segundo experimento teve início no dia 28/09/2006, onde a temperatura ambiente era mais elevada. Em cada manilha foram plantadas cerca de 10 sementes e depois, no dia 17/10/2006, foi feito o desbaste deixando apenas cinco plantas em cada.

Neste segundo experimento as inoculações foram realizadas aos 19 e 34 dias após o plantio (Foram realizadas mais tardiamente, porque as sementes demoraram mais a germinar). As plantas de um terço das parcelas não foram inoculadas e consistiram no tratamento controle. As inoculações foram realizadas nas duas folhas mais jovens de cada planta, seguindo as recomendações de PAZ et al, (1999). O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos, (plantas inoculadas aos 19 dias após o plantio, plantas inoculadas aos 34 dias após o plantio e plantas não inoculadas) e sete repetições. As avaliações foram efetuadas conforme detalhado no parágrafo anterior.

Efeito do mosaico severo na fotossíntese de plantas de caupi

Para investigar o efeito do mosaico severo sobre a fotossíntese de plantas de caupi previamente inoculadas com o CPSMV, foram realizadas, medições dos teores de clorofila em 20 plantas do segundo experimento de análise de perdas.

As medições foram realizadas em dez plantas não inoculadas e em dez plantas inoculadas aos 34 dias após plantio. Para cada planta foram tomadas cinco medições realizadas em pontos próximos à região central do folíolo escolhidos aleatoriamente. O teor de clorofila do folíolo central da segunda folha composta foi avaliado aos 61 dias após a semeadura, utilizando-se o equipamento SPAD.

Efeito do Acibenzolar-S-metil na incidência do mosaico severo do caupi

A viabilidade da utilização do acibenzolar-S-metil (ASM) (Syngenta) para reduzir a severidade do mosaico severo do caupi foi avaliada. Em manilhas de concreto contendo um substrato constituído de uma mistura de solo e bagaço de coco na proporção de 1:1. Em cada manilha foram mantidas três plantas de caupi da cultivar sempre verde após o desbaste. Três tratamentos foram realizados: 1) ASM aplicado às sementes e pulverizado na parte aérea, 2) ASM pulverizado na parte aérea e 3) plantas pulverizadas com água (testemunha).

No tratamento 1 as sementes foram imersas numa solução aquosa de ASM na concentração de 0,5g/L durante o período de 20 horas, sendo as sementes dos outros tratamentos imersas em água destilada pelo mesmo período. No tratamento 2, uma solução aquosa de ASM (0,5g/L) foi pulverizada sobre plantas com 19 dias após o plantio, e também nas plantas que tiveram as sementes tratadas com o ASM, por meio da utilização de um

pulverizador costal. Para evitar a deriva do produto as parcelas pulverizadas foram envolvidas por uma lâmina de polietileno durante a pulverização.

Ao todo 30 manilhas foram utilizadas, sendo dez manilhas destinadas a cada tratamento. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado. Todas as plantas foram inoculadas com o CPSMV aos 22 dias após a semeadura, empregando-se os procedimentos descritos anteriormente. O percentual de germinação de sementes tratadas e de sementes não tratadas com ASM também foi avaliado com o objetivo de mensurar um possível efeito fitotóxico desse produto. Para isso a germinação nas parcelas que receberam sementes tratadas com ASM foi comparada com a germinação nas parcelas não tratadas, sendo a germinação determinado aos 20 dias após o plantio.

O efeito do indutor na incidência da doença foi avaliado por meio da determinação do número de plantas sintomáticas e assintomáticas, bem como mediante comparação da produção de plantas tratadas e não tratadas. Os parâmetros de produtividade avaliados foram o número de vagens por parcela e o peso de grãos por parcela, 90 dias após o plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das perdas ocasionadas pelo mosaico severo

Todas as plantas inoculadas com o CPSMV começaram a exibir os sintomas característicos da doença a partir do quinto dia após a inoculação (Figura 2). Algumas plantas, principalmente aquelas inoculadas mais precocemente (aos 14 dias após o plantio), morreram em decorrência da infecção, reduzindo o estande das parcelas (Tabela 1). A produção de grãos da parcela e a produção média das plantas também foram significativamente reduzidas em decorrência da incidência do mosaico severo, sendo essa redução mais drástica quando as plantas foram inoculadas aos 14 dias após o plantio, conforme observado na Tabela 1.



A

B

Figura 2. Manilhas contendo plantas de caupi, A-infectadas com o *Cowpea severe mosaic virus* (CPSMV) e B-sadias.

Tabela 1. Efeito da época da inoculação do *Cowpea severe mosaic vírus*, sobre o estande e a produtividade de plantas de caupi (primeiro experimento).

| Tratamento | Nº de plantas/ parcela | Produção/planta (g) | Produção da parcela (g) |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Inoculação aos 14 DAP* | 3,8 a | 1,61 a | 6,10 a |
| Inoculação aos 29 DAP* | 6,4 b | 2,61 a | 16,69 b |
| Plantas não inoculadas (Testemunha) | 8,0 b | 9,11 b | 72,86 c |

*DAP – Dias após o plantio.

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

No segundo experimento, verificou-se uma significativa redução da produção entre plantas não inoculadas e plantas inoculadas aos 19 dias após plantio (Tabela 2). No entanto, não foram observadas diferenças na produção entre plantas não inoculadas e entre plantas inoculadas aos 34 dias após o plantio (Tabela 2). Diferentemente do primeiro experimento, a inoculação não reduziu o estande das parcelas. Outra diferença observada é que os sintomas demoraram mais a se manifestar e, visualmente, foram mais brandos.

Tabela 2. Efeito da época da inoculação do *Cowpea severe mosaic virus* sobre o estande e a produtividade de plantas de caupi (segundo experimento).

| Tratamento | Nº de plantas/ parcela | Produção/planta (g) | Produção da parcela (g) |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Inoculação aos 19 DAP* | 4,8 | 2,32 a | 11,17 a |
| Inoculação aos 34 DAP* | 4,8 | 4,80 b | 23,05 b |
| Plantas não inoculadas (Testemunha) | 4,8 | 4,01 b | 19,24 b |

*DAP – Dias após o plantio.

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

Considerando-se os dados do primeiro experimento, as perdas foram muito expressivas (91,6 % para plantas inoculadas aos 14 DAP e 77 % para plantas inoculadas aos 29 DAP) (Tabela 1). Para o segundo experimento as perdas foram menos severas, alcançando cerca de 42 % para plantas inoculadas aos 19 DAP, não existindo diferenças significativas entre plantas inoculadas aos 34 DAP e plantas não inoculadas.

Trabalhos conduzidos por RIOS et. al. (1982) e RIOS (1984) indicaram que em condições naturais, plantas infectadas até os 20 dias após a germinação apresentaram perdas de até 80% na produção de grãos, podendo estas perdas serem reduzidas a 40% quando a infecção acontece em plantas com 30 dias de cultivo. Na Costa Rica, sob condições naturais de infecção em campo, houve perdas de 84,8%, 82,1% e 55,6% na produção de grãos, quando a infecção ocorreu, respectivamente, antes, durante e depois da floração (VALVERDE et. at, 1982). Em casa-de-vegetação os danos na produção podem reduzir a produtividade em até 81% a depender da época de infecção (GONÇALVES & LIMA, 1982).

Esses resultados vêm corroborar com estudos anteriores que demonstraram que as perdas ocasionadas pelo CPSMV são muito influenciadas pelo estágio de desenvolvimento das plantas no momento da inoculação, existindo uma tendência de plantas inoculadas mais precocemente terem sua produtividade reduzida mais drasticamente. Além disso, outros

fatores influenciam a intensidade das perdas, principalmente a variedade, a estirpe viral, e as condições ambientais (RIOS et al., 1982; RIOS, 1984; BOOKER et al., 2005).

No segundo experimento o número de plantas nas parcelas inoculadas não foi reduzido, ou seja, todas as plantas sobreviveram até o fim do experimento, provavelmente porque a primeira inoculação só se deu aos 19 dias após o plantio. Outra possibilidade é que tenha ocorrido uma atenuação da agressividade do isolado, uma vez que os sintomas observados foram mais brandos e que começaram a surgir um pouco mais tarde que nas plantas inoculadas no primeiro experimento.

A atenuação de isolados virais é comum para vários grupos, após sucessivas inoculações mecânicas. Nesse contexto, podem ser citados os exemplos de interações envolvendo membros do gênero *Tospovirus* e tomateiro (REZENDE et al., 1991).

De um modo geral, sucessivas inoculações mecânicas tendem a fazer com que o isolado perca fatores associados à sua aquisição/transmissão pelo vetor, por exemplo, a proteína da capa ou glicoproteínas (no caso de vírus que apresentam envelope) (ZERBINI et al., 2002). Ocorre que em algumas situações os fatores envolvidos na aquisição/transmissão também contribuem para a expressão dos sintomas na planta hospedeira e assim o isolado se torna menos agressivo, embora a atenuação dos sintomas ainda não tenha sido relatada para o CPSMV.

Constatou-se também uma marcante variação na produção das plantas não inoculadas do primeiro e do segundo experimento (Tabelas 1 e 2). Essa diferença pode ser atribuída a alguns fatores, como a época do ano em que os experimentos foram realizados e o número de plantas nas parcelas, que variou de oito no primeiro para cinco no segundo.

Efeito do mosaico severo sobre a concentração de clorofila em folhas de caupi

Conforme observado na Tabela 3 a concentração de clorofila foi significativamente menor em folhas de plantas infectadas pelo CPSMV que em folhas de plantas sadias (Tabela 3). Esses dados sugerem que a redução na produtividade das plantas inoculadas pode ser consequência do dano ocasionado pelo vírus na área foliar (JADÃO et al, 2004)

Tabela 3. Teor de clorofila em folhas de plantas de caupi inoculadas ou não com o *Cowpea severe mosaic virus*.

| Tratamento | Concentração de clorofila (unidade SPAD) |
|----------------------------|--|
| Plantas inoculadas 34 DAP* | 43,83 a |
| Testemunha | 59,94 b |

*DAP – Dias após o plantio.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

A redução do teor de clorofila das plantas pode estar algumas vezes relacionada à agressividade do isolado, uma vez que com o surgimento de sintomas como mosaico e necrose foliar, a atividade fotossintética é reduzida, devido à grande destruição de moléculas de clorofila nos locais com sintomas (LEITE & PASCHOLATI, 1995).

Não foram encontrados trabalhos prévios sobre o efeito do mosaico severo na fotossíntese de plantas de caupi, no entanto, JADÃO et al. (2004), verificaram uma redução significativa da concentração de clorofila em folhas de alface inoculadas com diferentes patótipos do *Lettuce mosaic virus* (LMV) e com o *Lettuce motle virus* (LeMoV). Os autores verificaram ainda que a redução no teor de clorofila estava relacionada com o agressividade do isolado, sendo os isolados mais agressivos àqueles que promoviam redução mais drástica da concentração de clorofila.

Efeito do Acibenzolar-S-Metil sobre a severidade do mosaico severo

A aplicação do ASM, tanto nas sementes quanto na parte aérea de plantas de caupi, aparentemente não reduziu a severidade dos sintomas do mosaico severo nem proporcionou ganhos de produção, conforme observado na Tabela 4. Além disso, a aplicação desse produto às sementes, na concentração de 0,5 g/L, reduziu significativamente a germinação (Tabela 4) e provocou, pelo menos na fase inicial da cultura, um subdesenvolvimento das plantas, sugerindo que, na concentração utilizada, o produto apresentou-se fitotóxico ao caupi. Tais resultados divergem daqueles obtidos por ATHAYDE-SOBRINHO et al. (2005) que não observaram efeito fitotóxico do ASM sobre plantas de caupi cv. Rouxinol. Essa diferença pode ser decorrente da dosagem utilizada, das condições ambientais e/ou das variedades utilizadas nesses experimentos. Por outro lado, a fitotoxidez de alguns indutores de resistência tem sido relatada (MÉTRAUX et al, 1991; LÓPEZ-LÓPEZ et al., 1995).

Tabela 4. Efeito da aplicação do Acibenzolar-S-Metil (ASM) sobre a germinação e a produção de plantas de caupi inoculadas com o *Cowpea severe mosaic virus*.

| Tratamento | Germinação (%) | Produção da parcela (g) | Número de vagem/planta | Nº de plantas sintomáticas |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| ASM nas sementes e na parte aérea | 53 b | 24,8 a | 11,3 a | 10 |
| ASM na parte aérea | 71 a | 18,9 a | 9,6 a | 10 |
| Plantas não tratadas | 83 a | 25,1 a | 12,1 a | 10 |

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

Apesar de ASM não ter promovido um aumento na produtividade do caupi inoculado com o CPSMV esse composto tem sido considerado um dos mais efetivos indutores de resistência vegetal, sendo o primeiro produto comercial de uma nova geração de protetores de plantas (KUNZ et al., 1997).

No caso do caupi pode-se citar como exemplos bem sucedidos do emprego do ASM, o trabalho de LATUNDE-DADA & LUCAS (2001) que relataram o aumento da resistência contra o fungo *Colletotrichum destructivum* sendo esse fato associado ao rápido e efetivo aumento na atividade de duas enzimas-chave na via dos fenilpropanóides (fenilalanina amônia-liase – PAL e chalcona isomerase – CHI) que levou a um acelerado acúmulo de substâncias do grupo dos flavonóides, kievitonas e faseolidina. ATHAYDE-SOBRINHO et al. (2001) também verificaram um incremento na atividade das enzimas PAL e CHI em plantas de caupi oriundas de sementes tratadas com ASM e desafiadas para com *Macrophomina phaseolina*, contudo, os autores não descreveram se o tratamento reduziu a severidade da doença.

O uso de indutores de resistência no controle de viroses é menos explorado que seu uso para controlar fungos e bactérias, contudo alguns trabalhos podem ser citados, como o conduzido por WHITE et al. (1979) que verificaram que plantas de fumo tornavam-se mais resistentes ao *Tobacco mosaic virus* (TMV) tratadas com homólogos do ASM, como o ácido acetilsalicílico (aspirina), ácido benzóico ou ácido salicílico. Resultados semelhantes foram obtidos por FRIEDRICH et al, (1996) para o mesmo patossistema, utilizando o ASM.

CONCLUSÕES

Foi demonstrado que o CPSMV pode comprometer seriamente a produção de plantas de caupi, cv. Sempre verde sendo esse efeito mais drástico quando a infecção ocorre mais precocemente, razão pela qual o controle preventivo dos vetores deve ser praticado nas fases iniciais da cultura.

As perdas de rendimento podem em parte ser explicadas pelo efeito do vírus na redução do teor de clorofila e conseqüentemente, da fotossíntese e ainda pela redução do estande de plantas.

A utilização do ASM não promoveu a redução das perdas ocasionadas pela doença e ainda ocasionou uma marcante redução na germinação de sementes de caupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.M.R; LIMA, J.A.A. Capítulo: Técnicas sorológicas aplicadas à fitopatologia 3.4.2 Difusão dupla em agar In: ALMEIDA, A.M.R; LIMA, J.A.A, **Princípios e técnicas de diagnose aplicadas em fitopatologia**, Londrina, Editoras: Embrapa soja e sociedade brasileira de fitopatologia, Brasília, páginas 45-50, 2001.

ASSUNÇÃO, I.P.; M.-FILHO, L.R.; RESENDE, L.V.; BARROS, M.C.S.; LIMA, G.S.A.; COELHO, R.S.B.; LIMA, J.A.A. Genes diferentes podem conferir resistência ao *Cowpea severe mosaic virus* em caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.274-278, 2005.

ATHAYDE SOBRINHO, C., CAVALCANTI, L.S.; BRUNELLI, K.R.; MENTEN, J.O.M. Dinâmica de fenilalanina amônia-liase e peroxidase em feijão caupi tratado com acibenzolar-S-meti, In: Congresso Nacional de Feijão caupi-CONAC e VI Reunião Nacional de Feijão Caupi- 2006- Terezina PI. Anais do Congresso Nacional de Feijão Caupi – CONAC e IV Reunião Nacional de Feijão Caupi, 2006, EMBRAPA Meio- Norte, 2006 V:1.

BENEVENUTTI, V. **Gestão governamental de apoio à produção de feijão: o caso de Pernambuco** (1991-1994). UFRPE-Recife, (Dissertação de Ms. Em Administração Rural e comunicação rural), 1996.160p.

BOOKER, H. M.; HARAN, P.; DAVID, C. R. Effect of *Cowpea severe mosaic virus* on crop growth characteristics and yield of cowpea. **Plant Disease**, Saint Paul, v.89, n. 3, p.515-520, 2005.

COSTA, C.L.; LIN, M.T.; KITAJIMA, E.W.; SANTOS, A.A.; MESQUITA, R.C.M.; FREIRE, F.R.F. *Cerotoma arcuata* (Oliv.) um crisomelídeo vetor do mosaico da *Vigna* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.3, n.2, p.81-82, 1978

FREIRE-FILHO, F.R., CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V.Q. Variabilidade genética e capacidade de combinação em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: **Seminário de pesquisa agropecuária do Piauí**. EMBRAPA-UEPAE. Teresina p. 219-227, 1992.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; GUTRELLA, M.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.P.; KESSMANN, H.; RYALS, J. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **Plant Journal**, Oxford, v.10, n.1, p.61-70, 1996.

GONÇALVES, M.F.B.; LIMA, J.A.A. Efeitos do “Cowpea severe mosaic virus” sobre a produtividade do feijão-de-corda cv. Pitiúba. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 7, p.549 (Suplemento), 1982.

JADÃO, A.S.; PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R; ZERBINI, F.M. Efeitos na fotossíntese e área foliar de cultivares de alface inoculadas mecanicamente com patótipos do *Lettuce mosaic virus* e *Lettuce mottle vírus*; **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.11-15, 2004

KESSMANN, H., STAUV, T., HOFMANN, C., MAETZKE, T. & HERZOG, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology** Saint Paul, v.32, p.439-459, 1994.

KUNZ, H.; SCHURTER, R.; MAETZKE, T. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. **Pesticide Science**, v. 50, n 4, p. 275-282, 1997.

LATUNDE-DADA, A. O.; LUCAS, J. A. The plant defence activator acibenzolar-S-methyl primes cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] seedlings for rapid induction of resistance. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 58, n 5, p. 199-208, 2001.

LEITE, B.; PASCHOLATI, S.F. Hospedeiro: alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: BERGAMIN, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia** - Vol. 1 - Princípios e Conceitos. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1995. pp.393-416.

LIMA, J.A.A.; NELSON, M.R. Purificação e identificação sorológica de “cowpea mosaic vírus” em *Vigna sinensis* Endl. no Ceará. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.3, n.1, p.5-8, 1974.

LÓPEZ-LÓPEZ, M.J.; LIÉBANA, E.; MARCILLA, P.; BELTRÁ, R. Resistance induced in potato tubers by treatment with acetylsalicylic acid to soft rot produced by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Journal of Phytopathology** Berlin, v.143, p.719-724, 1995.

MAY, P.H.; TEIXEIRA, S.M. AND SANTANA, A.C. **Cowpea production and economic importance in Brazil**. In: Watt, E.E. and Araújo, J.P.P. de : Cowpea research in Brazil. Brasília, IITA, EMBRAPA, p. 31-62, 1988.

MÉTRAUX, J. P., AHL GOY, P., STAUB, T., SPELCH, J., STEINEMANN, A., RYALS, J. & WARD, E. (1991) Induced resistance in cucumber in response to 2,6-dichloroisonicotinic acid and pathogens. In: Hennecke, H. & Verma, D.P.S. (Eds). **Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, v.1, p.432-439, 1991.

PAZ, C.D.; LIMA, J.A.A.; PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M.; ANDRADE, G.P.; GONÇALVES, M.F.B. Purificação de um isolado do vírus do mosaico severo do caupi, obtido em Pernambuco, produção de antissoros e determinação de fontes de resistência em caupi. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.25, n.4, p.285-288, 1999.

RIOS, G.P. & NEVES, B.P. Resistência de linhagens e cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ao vírus do mosaico severo (VMSC). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, p.175-184, 1982.

RIOS, G.P., NEVES, B.P. das., CARVALHO, J.R.P. de . Efeito da população de *Ceratomyxa* e do mosaico severo nos fatores de produção de caupi (*vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 1., Goiânia, GO, 1982, **Resumos** . Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1982. p. 110.

RIOS, G.P. Resistência ao vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.9, n 2, p.309-310, 1984.

RESENDE, R. de O., DE HAAN, P., DE ÁVILA, A C., KITAJIMA, E.W., KORMELINK, R. GOLDBACH, R., PETERS, D. Generation of envelope and defective interfering RNA mutants of tomato spotted wilt virus by mechanical passage. **Journal of General Virology**, Great Britain, v. 72, p. 2375-2383, 1991.

SIMON, M.V. Uso de Marcadores Moleculares em *Phaseolus vulgaris*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

VALVERDE, R.A., MORENO, R., GAMEZ, R. Yield reductions in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) infected with cowpea severe mosaic virus in Costa Rica. Turrialba v.32, 89-90, 1982b.

WHITE, R.F. Acetylsalicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco. **Virology** v.99, p.420-412, 1979.

ZERBINI, F.M.; CARVALHO, M.G.; MACIEL-ZAMBOLIN, E. **Introdução à Virologia Vegetal**. Viçosa:Editora UFV, 2002. 145p.