

ANDERSON BARBOSA EVARISTO

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DE SUSCEPTIBILIDADE DE ACESSOS DE
Jatropha curcas L. AO ÁCARO BRANCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

ANDERSON BARBOSA EVARISTO

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DE SUSCEPTIBILIDADE DE ACESSOS DE
Jatropha curcas L. AO ÁCARO BRANCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de Julho 2011.

Fábio Santos Matos

Kacilda Naomi Kuki
(Coorientador)

Lucimar Rodrigues de Oliveira

Luiz Antônio dos Santos Dias
(Orientador)

A toda minha família,

em especial aos meus pais Dário Eustáquio Evaristo e Glauce Barbosa Evaristo,

a meu irmão Hudson Barbosa Evaristo,

e aos meus sobrinhos Diego e Ana Carolina.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço em especial aos meus pais e ao meu irmão pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, de maneira especial ao Departamento de Fitotecnia e ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade e ajuda para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais por ter me concedido o título de Engenheiro Agrônomo.

Ao Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias, pela orientação, paciência, amizade, companheirismo, profissionalismo e dedicação na realização deste projeto.

A Dra. Madelaine Venzon e Dra. Kacilda Kuki pela coorientação deste projeto.

Aos amigos Danilo, Ricardo Galvão, Fabio Matos, Djair Felix e Lucimar por toda a amizade, companheirismo e ajuda em meu experimento, meu sincero muito obrigado.

Aos integrantes do Laboratório de Acarologia da EPAMIG e a instituição EPAMIG pela ajuda no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos bolsistas de iniciação científica Marlize, Auxiliadora, Willyane, Mariana e Héliida e aos estudantes de mestrado e doutorado Vitor e Poliane pela amizade e grande dedicação na execução dos experimentos.

Aos funcionários da Universidade Federal de Viçosa.

Aos meus grandes amigos de Sete Lagoas, pelo apoio, amizades, festas, descontração e confiança.

Aos companheiros e amigos de republica pela paciência, amizade, bagunça bebidas, festas e ajuda neste período.

À Cris pelo carinho, companheirismo e paciência.

A todos meus tios e tias, primos e primas, por sempre acreditarem em mim.

A minha cunhada Simone, pelo apoio e por proporcionar a alegria de ter dois sobrinhos.

Ao meu tio e irmão Engenheiro Barbosa que está no oriente eterno e sempre apoiou em todos os momentos profissionais da minha vida. Tio, eu consegui!

E não poderia esquecer ao Grande Arquiteto do Universo por me dar forças em todos os momentos difíceis da minha vida.

“Vencer, Vencer, Vencer. Este é o nosso ideal”

Vicente Motta

BIOGRAFIA

ANDERSON BARBOSA EVARISTO nasceu em Florianópolis, SC, aos dois dias do mês de dezembro de 1982. Em fevereiro de 2001, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), concluindo em dezembro de 2005. Em dezembro de 2006, conclui o curso de Pós Graduação (*Lato Sensu*) em Proteção de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Durante 3,5 anos, 2006 a 2009, trabalhou como Engenheiro Agrônomo atuando nas áreas de avaliação e pericia de imóveis rurais, elaboração de projetos de bioenergia, gerente de produção, pesquisas e responsável técnico de diversas atividades. Em agosto de 2009, ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia, na UFV.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Material vegetal e instalação do experimento	6
3.2 Criação de <i>P. latus</i> e infestação.....	7
3.3 Sintomas de injúria provocados por <i>P. latus</i>	8
3.4 Características fisiológicas dos acessos de <i>J. curcas</i>	9
3.4.1 Teor relativo de água (TRA) na folha.....	9
3.4.2 Área foliar específica (AFE).....	10
3.4.3 Trocas gasosas	10
3.4.4 Pigmentos fotossintéticos e nitrogênio	10
3.5 Caracteres Agronômicos e Biomassa da parte aérea (BPA)	11
3.6 Delineamento experimental e procedimentos estatísticos	11
4. RESULTADOS	12
4.1 Taxa instantânea de crescimento populacional e sintomas de injúrias causados pelo <i>P.latus</i>	12
4.2 Características fisiológicas e agronômicas dos acessos de <i>J. curcas</i> e variáveis meteorológicas.....	15
5. DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÕES	23
7. REFERÊNCIAS	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta <i>Jatropha curcas</i> (A), inflorescência (B), frutos (C) e sementes (D)..	3
Figura 2. Ácaro branco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>) (A) e dano causado em plantas de pinhão manso (B).....	5
Figura 3. Temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar máxima e mínima na casa de vegetação.....	12
Figura 4. Sintomas de injúrias pelo ácaro branco em todos os acessos de <i>J.curcas</i> , aos 7, 14 e 21 dias após infestação.....	15
Figura 5. Incremento do número de folhas definitivas (A), incremento do diâmetro do caule (B) e incremento da altura das plantas (C) em plantas de <i>J. curcas</i> infestadas e não infestas com <i>P.latus</i> . Médias seguidas pela mesma letra em cada período não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste F.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Acessos avaliados de <i>J. curcas</i> do banco de germoplasma da UFV.	7
Tabela 2. Escala de notas ¹ para avaliação de injúria do ácaro branco <i>P. latus</i> em acessos de pinhão manso	9
Tabela 3. Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) de <i>P. latus</i> em acessos de <i>J. curcas</i> em casa de vegetação.	13
Tabela 4. Sintomas de injúrias nos acessos de <i>J. curcas</i> causados por <i>P.latus</i> , aos 21 dias após infestação.	14
Tabela 5. Concentrações foliares de clorofilas totais (Cl $a+b$), carotenóides totais (Car), Cl/Car e N-total (N) em folhas de <i>J. curcas</i> na presença e na ausência de <i>P. latus</i>	16
Tabela 6 Taxa de assimilação líquida do carbono (A), condutância estomática (g_s), transpiração foliar (E) e razão entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) em folhas de <i>J. curcas</i> na presença e na ausência de <i>P. latus</i>	16
Tabela 7. Teor relativo de água na folha (TRA), área foliar específica (AFE) e biomassa da parte área (BPA) em folhas de <i>J. curcas</i> na presença e na ausência de <i>P. latus</i>	17

RESUMO

EVARISTO, Anderson Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2011. **Respostas fisiológicas e de susceptibilidade de acessos de *Jatropha curcas* L. ao ácaro branco.** Orientador: Luiz Antônio dos Santos Dias. Co-orientadores: Madelaine Venzon e Kacilda Naomi Kuki

Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta de grande potencial econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo para biodiesel. Esta característica tem contribuído para o aumento da sua exploração comercial. Contudo, várias pragas vem ocasionando danos consideráveis na cultura de *J. curcas*, principalmente o ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*). Este ácaro ataca principalmente a fase inicial das culturas, provocando danos morfológicos e fisiológicos. Objetivou-se identificar e caracterizar, fisiologicamente, acessos de *J. curcas* menos susceptíveis ao ácaro branco, para subsidiar o programa de melhoramento genético da espécie. O estudo foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa MG, em casa de vegetação. Utilizaram-se sementes remanescentes de 15 acessos de *J. curcas* do banco de germoplasma da UFV, todos com alto teor de óleo (> 30 %) e pertencentes a distintos grupos de diversidade genética. A semeadura ocorreu em vasos de quatro litros utilizando sementes provenientes das plantas mãe sendo uma planta por vaso. Foram avaliados os seguintes caracteres: crescimento populacional de *P. latus* (r_i), sintomas de injúria provocados por *P. latus*, teor relativo de água na folha (TRA), área foliar específica (AFE), trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos, nitrogênio, biomassa da parte aérea (BPA), incremento do diâmetro do caule (IDC), do número de folhas definitivas (INF) e da altura da planta (IAP). Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de uma planta por vaso. As análises de variância foram

processadas em esquema fatorial 15 x 2, sendo 15 acessos de *J. curcas*, com e sem infestação por ácaro branco. Diferenças entre as médias de acessos foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o r_i e para os sintomas de injúrias provocados por *P.latus*. Os acessos não diferiram nas análises para caracterização fisiológica e agrônômica. Houve uma redução de 23,8 % no IAP nas plantas infestadas. A taxa de assimilação líquida do carbono (A) foi, em média, 50,5 % menor nas plantas infestadas, enquanto a condutância estomática (gs) e transpiração (E) reduziram-se em 46,2 % e 51,6 %, respectivamente. Com relação aos pigmentos fotossintéticos, AFE, BPA, INF e IDC não houve diferenças significativas entre os acessos infestados e não infestados com ácaro branco. *P.latus* provoca grande alteração nas trocas gasosas, promovendo uma redução significativa na fotossíntese líquida.

ABSTRACT

EVARISTO, Anderson Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Physiological response and susceptibility of *Jatropha curcas* L. accessions to broad mite.** Advisor: Luiz Antonio dos Santos Dias. Co-advisors: Madelaine Venzon and Kacilda Naomi Kuki.

Jatropha (*Jatropha curcas* L.) is a plant species of great economic potential, especially for their seeds constitute the raw material for the production of oil for biodiesel. This feature has contributed to the increase in its commercial exploitation. Several pests have caused considerable damage in the culture of *J. curcas*, especially the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*). This mite attacks mainly the early stage of crop causing morphological and physiological damage. The objective of this work was to identify and characterize physiologically accessions of *J. curcas* less susceptible to broad mite, to support the breeding program of the species. The study was set up at the Federal University of Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brazil, in a greenhouse. We used 15 accessions of *J. curcas* with high oil content (> 30 %) in the seed, belonging to different clusters of genetic diversity of the genebank of UFV. Sowing was on four liters pots using seeds from mother plant with one plant per pot. We evaluated the following traits: population growth of *P. latus* (r_i), symptoms of injury caused by *P. latus*, relative water content in the leaf (RWC), specific leaf area (SLA), net assimilation rate of carbon (A), gas exchange, photosynthetic pigments, nitrogen, biomass of area part (BAP), increase of stem diameter (ISD), of final number of leaves (FNL) and of plant height (IPH). We used a randomized block design with three replications and plots of one plant per pot. Analyses of variance were processed in a factorial 15 x 2, being 15 accessions of *J. curcas*, with and without broad mite infestation. Differences between the means of access were analyzed by the Tukey test at 5% probability. There were significant differences ($P < 0.05$) for r_i and for the

symptoms of injuries caused by *P.latus*. The accessions did not differ to agronomic and physiological characterization. There was a 23.8 % reduction in IPH in infested plants. The rate of net carbon assimilation (A) was on average 50.5 % lower in infested plants, whereas stomatal conductance (gs) and transpiration (E) decreased by 46.2 % and 51.6 %, respectively. With respect to photosynthetic pigments, SLA, BAP, FNL and ISD no significant differences among accessions infested and not infested with white mites were verified. *P.latus* causes significant changes in gas exchange, providing a significant reduction in net photosynthesis.

1. INTRODUÇÃO

A busca por uma alternativa energética aos combustíveis fósseis requer a avaliação de fontes renováveis e de baixo impacto sobre o ambiente. Neste contexto, o biodiesel destaca-se como importante alternativa para a mudança da matriz energética global. Trata-se de um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, como gorduras animais, óleos vegetais “puros” ou já utilizados, obtidos por diferentes processos como craqueamento, esterificação ou transesterificação. Pode ser utilizado puro ou em misturas com óleo diesel derivado do petróleo, em diferentes proporções (Silva et al., 2008).

Diversas são as vantagens da utilização do biodiesel quando comparado com o diesel convencional como menor liberação de níveis de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, dióxido de carbono e de material particulado no ambiente (Maziero et al., 2006). No entanto, a principal vantagem da utilização de biodiesel é a sustentabilidade do sistema. Isto porque a energia contida na cadeia de triacilglicerol é derivada da luz solar. As plantas por meio da fotossíntese produzem açúcares dos quais os triacilgliceróis são derivados. Estas vantagens proporcionadas pela utilização do biodiesel contribuem para a redução dos gases do efeito estufa que são os principais causadores do aquecimento global.

O Brasil apresenta grande potencial para produção de biocombustíveis em grande parte de sua extensão territorial, em função de suas características edafoclimáticas, biodiversidade (várias espécies vegetais potenciais adaptadas a diferentes climas e biomas), disponibilidade de terras e de mão-de-obra, bem como comprovada competência em tecnologia agrícola (Dias et al., 2008). O país é o quarto maior produtor de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2009, de 1,6

bilhão de litros e uma capacidade instalada, em janeiro de 2010, de cerca de 4,7 bilhões de litros (ANP, 2010).

A matéria prima usualmente explorada para a produção do biodiesel são óleos alimentícios de soja, girassol, colza, dendê e outras plantas. Como resultado da utilização destes óleos comestíveis na produção de biodiesel tem-se a invariável especulação financeira, com conseqüente aumento dos preços dos alimentos, levantando duras críticas de diversos setores (Pinzi et al. 2009). Neste contexto, os óleos vegetais não comestíveis são promissores na produção de biocombustíveis, principalmente em países em desenvolvimento onde há grande demanda por óleos comestíveis (Balat, 2011). Muitas espécies oleaginosas vêm sendo investigadas nos últimos anos e, dentre as mais promissoras, destaca-se *Jatropha curcas* L., popularmente conhecida no Brasil como pinhão manso.

J. curcas é uma espécie herbácea da família Euphorbiaceae nativa da América tropical, mas que desenvolve-se bem também nas regiões tropicais e sub-tropicais da África e Ásia. Apresenta crescimento relativamente rápido, além de ser bastante tolerante a seca. Cresce em um amplo regime de chuva, desde 200 mm até 1.500 mm por ano (Openshaw, 2000). É uma planta com grande potencial econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo para biodiesel. Esta característica tem contribuído para o aumento da sua exploração comercial. Trata-se de um arbusto de desenvolvimento rápido, podendo iniciar sua produção já no sétimo mês de plantio, permanecendo produtiva por aproximadamente 40 anos. Seu clímax produtivo ocorre a partir do quarto ano de campo (Dias et al., 2007). A planta pode atingir de 2 a 3 m de altura. Entretanto, em condições especiais, alcança até 5 m (Figura 1 A). O diâmetro do tronco na planta adulta é de aproximadamente 20 cm, possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco

resistente. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produtivas provocadas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (Arruda et al., 2004). *J. curcas* é uma planta monóica, com flores unissexuais de coloração amarelo-esverdeada, situadas nos ponteiros dos ramos (Figura 1 B). O fruto é capsular ovóide, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm, sendo que 53 a 62 % do seu peso é representado pelas sementes que geralmente são em número de três por fruto (Figura 1 C). A semente mede entre 1,0 a 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura, com teor de óleo de 33 a 38 % (Figura 1 D) (Saturnino et al., 2005; Dias et al., 2007; Divakara et al., 2009).



Figura 1. Planta *Jatropha curcas* (A), inflorescência (B), frutos (C) e sementes (D).

A produtividade de *J. curcas* é influenciada por diversos fatores como espaçamento, poda, precipitação anual, fertilidade e tipo de solo, manejo fitossanitário e tratamentos culturais, dentre outros. Quando cultivada em solos férteis, precipitação anual de

900 a 1200 mm/ano e sob práticas de manejo adequadas, pode alcançar até 5 t ha⁻¹ de grãos (Acthen et al., 2008). Neste contexto, com o melhoramento genético e o aprimoramento do sistema de produção, acredita-se que o pinhão manso possa produzir acima de 4 t ha⁻¹ de óleo (Laviola & Dias, 2008). A propósito, esse óleo é excelente para a produção de biodiesel. Análises preliminares mostram que ele tem cerca de 80 % do poder calorífico do diesel. Quando utilizado em veículos automotivos pode gerar a mesma potência, porém com consumo 20 % maior, menos ruído e com emissão de fumaça semelhante ao diesel (Furlan et al., 2006). Ademais, esse óleo possui cerca de 80 % de ácidos graxos insaturados, o que lhe confere baixo ponto de solidificação (-10 °C), podendo ser usado inclusive em regiões de clima sub-tropical (Abdrabbo et al., 2009).

Apesar de possuir propriedades deterrentes, diversas pragas podem causar danos a *J. curcas* (Shanker et al., 2006).. No Brasil, as principais pragas que causam redução da produtividade e da qualidade dos grãos são ácaros (*Tetranychus* spp. e *P. latus*), tripes (*Selenothrips rubrocinctus*), formigas (*Atta* spp.), cupins (*Syntermes* spp.), percevejos (*Pachycoris torridus* e *Leptoglossus zonatus*) mosca branca (*Bemisia* spp.) e gafanhotos (*Rhammatocerus* spp.) (Saturnino et al., 2005; Lopes 2009; Broglio-Micheletti et al. 2010).

O ácaro branco (*P. latus* (Acari: Tarsonemidae)) é uma espécie polífaga, encontrada em mais de 60 famílias de plantas (Figura 2 A). Esta praga causa grandes danos, principalmente na fase inicial das culturas. Seus danos podem provocar efeitos na morfologia e na fisiologia vegetal (Gerson, 1992; Grinberg et al., 2005). Trata-se de um minúsculo artrópode em que a fêmea mede cerca de 0,17 mm de comprimento por 0,11 mm de largura, enquanto o macho 0,14 por 0,08 mm. Os ovos são relativamente grandes, esbranquiçados, colocados isoladamente na face inferior das folhas novas. Este

ácaro, em especial, não tece teia (Gallo et al., 2002; Moraes & Flechtmann, 2008). Em *J. curcas*, este ácaro possui um ciclo de vida em torno de cinco dias, do ovo ao adulto, sendo que a fêmea possui longevidade de 9,7 dias e o macho de 7,39 dias (Kavitha et al., 2007).

Em áreas cultivadas, o ácaro branco tem como característica a ocorrência em reboleiras. Sua presença é revelada inicialmente por uma aparência brilhante na face inferior da folha. No início, as plantas atacadas apresentam as folhas jovens levemente enrugadas. Em seguida, enrolam os bordos para baixo, fazendo progredir o enrugamento e dando um aspecto de papel crepom, quando paralisam o crescimento. Finalmente as folhas atacadas caem, ocasionando a morte do ápice caulinar (Figura 2 B) (Moraes & Flechtmann, 2008; Lopes, 2009). O ataque por herbívoros pode gerar uma complexa série de respostas das plantas. As respostas pela herbivoria incluem defesas diretas e/ou indiretas que estão relacionadas ao metabolismo primário das plantas e dependem da duração do ataque, das condições ambientais, bem como da espécie vegetal e do herbívoro (Schmidt et al., 2009).

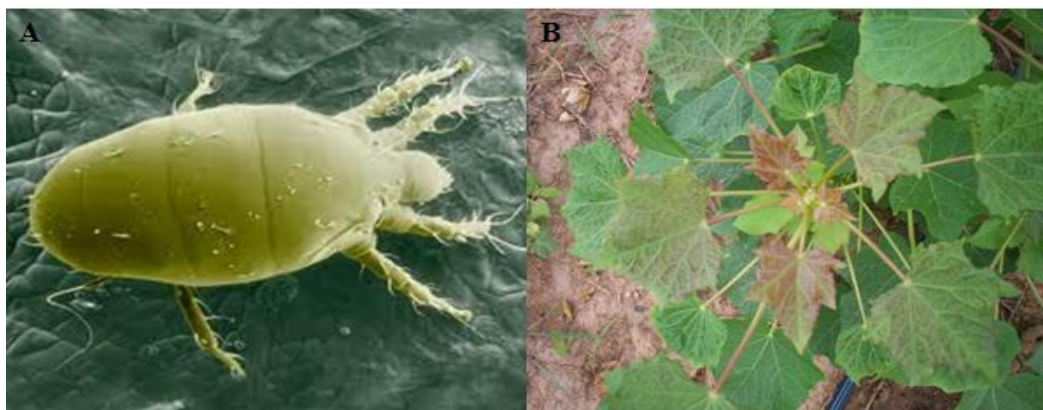


Figura 2. Ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) (A) e dano causado em plantas de pinhão manso (B).

O tamanho reduzido, aliado a dificuldade de ser detectado após causar o dano e apresentar curta duração das gerações assim como à tendência de viver em habitats

protegidos, torna o controle do ácaro branco bastante complicado (Venzon et al., 2008). O uso de variedades resistentes pode representar uma opção eficiente e ambientalmente segura para manejo de *P. latus* em *J. curcas*, reduzindo a necessidade da utilização de medidas curativas de controle, como a aplicação de acaricidas.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo analisar a susceptibilidade, bem como as respostas fisiológicas de acessos de *J. curcas* de distintos grupos de diversidade genética e alto teor de óleo, ao ataque do ácaro branco (*P. latus*).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal e instalação do experimento

O estudo foi conduzido na Estação Experimental “Diogo Alves de Melo” (lat. 20° 45’ 58” S, long. 42° 52’ 06” O e 676 m de alt.), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa MG, Brasil, em casa de vegetação. Foram utilizadas sementes remanescentes de 15 acessos de *J. curcas* do banco de germoplasma da UFV, com teor de óleo superior a 30 % e pertencentes a distintos grupos de diversidade genética estabelecidos por Freitas et al. (2010) (Tabela 1). Utilizaram-se vasos de quatro litros, tendo como substrato uma mistura de terra, areia e substrato comercial (4:2:1). A adubação de plantio foi realizada com 6,22 g P₂O₅, 1,44 g N e 0,83 g K₂O por vaso, e foram feitas duas adubações de cobertura com 5,6 g de 20-05-20 por vaso em cada adubação. Aos 45 dias após a semeadura foi feita aplicação de fungicida a base de enxofre inorgânico na dosagem de 10 g em 5 L de água para controle do oídio. Não foi realizada a poda das plantas.

Tabela 1. Acessos avaliados de *J. curcas* do banco de germoplasma da UFV.

Acessos	Teor de óleo (%)	Grupo de diversidade ¹
UFVJC 29	37,79	1
UFVJC 23	37,23	11
UFVJC 5	36,00	3
UFVJC 35	35,92	1
UFVJC 2	35,69	4
UFVJC 53	35,29	1
UFVJC 8	35,08	1
UFVJC 15	33,65	8
UFVJC 42	32,73	12
UFVJC 66	32,70	7
UFVJC 72	31,67	2
UFVJC 6	31,17	6
UFVJC 1	30,81	5
UFVJC 63	30,75	13
UFVJC 80	30,54	14

¹ Fonte: Freitas et al. (2010)

Dados meteorológicos (umidade e temperatura do ar) foram monitorados diariamente na casa de vegetação, utilizando-se termômetro digital.

3.2 Criação de *P. latus* e infestação

Os ácaros brancos (*P.latus*) utilizados no presente estudo foram obtidos do laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Viçosa MG, Brasil. Os ácaros foram criados em plantas de pimenta (*Capsicum* spp.) mantidas em gaiolas de estrutura de madeira, revestidas de organza, em casa de vegetação.

Aos 60 dias após a semeadura (DAS) foram selecionadas 45 plantas sendo três plantas de cada acesso de *J. curcas* e foram transferidas 10 fêmeas adultas de *P. latus* para a segunda folha do ponteiro e 10 fêmeas adultas para a terceira folha do ponteiro..

No pecíolo da terceira folha foi feito um isolamento utilizando-se cola entomológica visando isolar os ácaros e impedir sua movimentação para outras partes da planta.

Após a infestação, as plantas foram mantidas em casa de vegetação com irrigação controlada, evitando molhar as folhas. Após 10 dias de infestação (DAI), foi destacada a terceira folha infestada de cada acesso e levada ao laboratório para avaliar a densidade populacional de ácaros presentes. Foram colocadas 10 fêmeas adultas e realizado à avaliação com 10 DAI, com base em ensaios preliminares e no estudo de Lopes (2009) que não encontrou diferencia significativa no crescimento populacional *P.latus* em plantas de *J. curcas* aos 15 e 30 dias após a infestação. Essa avaliação foi feita contando-se os indivíduos adultos presentes na folha infestada com auxílio de microscópio estereoscópico. A taxa instantânea de crescimento (r_i) foi estimada com base na equação de Walthall & Stark (1997).

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

onde

N_f = número final de ácaros;

N_0 = número inicial de ácaros;

Δt = variação do tempo.

3.3 Sintomas de injúria provocados por *P. latus*

Os sintomas de injúria provocados pelos ácaros nos diferentes acessos foram avaliados em intervalos de sete dias. Utilizou-se uma escala visual de danos adaptada de Pena & Bullock (1994) (Tabela 2).

Tabela 2. Escala de notas¹ para avaliação de injúria do ácaro branco *P. latus* em acessos de pinhão manso

Nota	Injúria
0	Nenhuma injúria, folhas lisas e bem expandidas, com coloração verde brilhante.
1	Folhas do ponteiro apresentando leve ondulação na superfície.
2	Folhas do ponteiro apresentando ondulação e iniciando o encarquilhamento dos bordos
3	Folhas do ponteiro bastante onduladas e encarquilhadas, notadamente enfezadas. Superfície abaxial com muitas pontuações brancas (imaturos do ácaro branco)
4	Folhas do ponteiro ásperas, enfezadas e sem brilho, progredindo para queda das folhas e morte do meristema apical.

¹ Fonte: Adaptado de Pena & Bullock (1994)

3.4 Características fisiológicas dos acessos de *J. curcas*

Foram realizadas análises fisiológicas aos 81 DAS. Utilizaram-se três plantas por acesso infestado com o ácaro branco e três plantas não infestadas, totalizando 90 plantas. Para as análises descritas a seguir, exceto para trocas gasosas, as plantas foram retiradas da casa de vegetação.

3.4.1 Teor relativo de água (TRA) na folha

Para avaliação do teor relativo de água foram retirados cinco discos foliares de 11,7 mm de diâmetro cada. Os discos foram pesados (massa fresca) e colocados por quatro horas para saturar com água destilada em placas de Petri. Em seguida os discos foram novamente pesados (massa túrgida) e colocados para secar à temperatura de 70 °C por 72 horas, sendo posteriormente obtido o peso seco. Para o cálculo do TRA utilizou-se da seguinte expressão:

$$TRA = \frac{Massa\ fresca - massa\ seca}{Massa\ túrgida - massa\ seca} \times 100$$

3.4.2 Área foliar específica (AFE)

Foram coletados quatro discos de 11,7 mm de diâmetro de cada folha totalmente expandida de cada acesso. Os discos foram secos em estufa a 70 °C por 72 h, quando sua massa foi determinada. Para cálculo da AFE utilizou-se da seguinte expressão:

$$AFE (m^2 kg^{-1}) = \frac{\text{área foliar dos discos } (m^2)}{\text{massa seca } (kg)}$$

3.4.3 Trocas gasosas

A taxa de assimilação líquida do carbono (A), a condutância estomática (g_s), transpiração (E) e a razão entre as concentrações interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a) foram medidas entre às 08:00 e 10:00 h, em folhas totalmente expandidas, com radiação fotossinteticamente ativa igual a $1000 \mu\text{mol}$ (fótons) $m^{-2} s^{-1}$, a 25 °C (radiação saturante e não fotoinibitória), e sob concentração atmosférica de CO_2 , utilizando-se um analisador de gases a infravermelho portátil *LCpro+* (Analytical Development Company, Hoddesdon, Reino Unido).

3.4.4 Pigmentos fotossintéticos e nitrogênio

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos foram retirados discos foliares ($1,08 \text{ cm}^2$) e colocados em vidros cobertos por papel alumínio contendo 5 ml dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente foi feita extração em banho a 65 °C por uma hora. Alíquotas foram retiradas para leitura espectrofotométrica a 490, 646 e 663 nm no escuro. Os conteúdos de clorofila totais (Cl_{a+b}), e carotenóides (Car) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994).

Amostras foliares da segunda folha a partir do ápice caulinar foram coletadas e enviadas ao Laboratório de Análise de Solo e Folha da UFV. Foi determinada a concentração de N total, conforme descrito por Cataldo et al. (1974, 1975).

3.5 Caracteres Agronômicos e Biomassa da parte aérea (BPA)

Foram feitas avaliações semanais aos 7, 14 e 21 dias após a infestação (DAI), dos caracteres morfológicos não destrutivos da parte aérea das plantas. Avaliaram-se altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas definitivas. A partir destes valores foram calculados os incrementos da altura da planta (IAP), incremento no diâmetro do caule (IDC) e do número de folhas definitivas (INF) utilizando-se as seguintes expressões:

$$\text{IAP} = (\text{altura da 2}^{\text{a}} \text{ análise}) - (\text{altura da 1}^{\text{a}} \text{ análise})$$

$$\text{IDC} = (\text{diâmetro da 2}^{\text{a}} \text{ análise}) - (\text{diâmetro da 1}^{\text{a}} \text{ da análise})$$

$$\text{INF} = (\text{número de folhas da 2}^{\text{a}} \text{ análise}) - (\text{número de folhas da 1}^{\text{a}} \text{ análise})$$

Para biomassa da parte aérea foram coletados caule e folhas e secos em estufa a 70 °C por 72 h, quando sua massa foi determinada.

3.6 Delineamento experimental e procedimentos estatísticos

O delineamento empregado foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas de uma planta por vaso. As análises de variância foram processadas em esquema fatorial 15 x 2, sendo 15 acessos de *J. curcas*, com e sem infestação por ácaro branco. Tais análises foram precedidas de testes de normalidade e de homocedasticidade de variância. Diferenças entre as médias de acessos foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi realizada uma análise de correlação de Pearson, a 1% de probabilidade, entre o crescimento populacional e sintomas de injúrias. Todas as análises foram processadas no programa SAS (SAS, 1989).

4. RESULTADOS

Durante o experimento a temperatura média na casa de vegetação foi de 25,7 °C e a umidade relativa do ar média foi de 67,2 %. A maior temperatura medida durante o experimento (44,6 °C) ocorreu aos 23 DAI e a menor (14,7 °C) ocorreu no 1 DAI. Para a umidade relativa do ar o maior registro (97 %) ocorreu aos 12 DAI e o menor (20 %) aos 25 DAI.

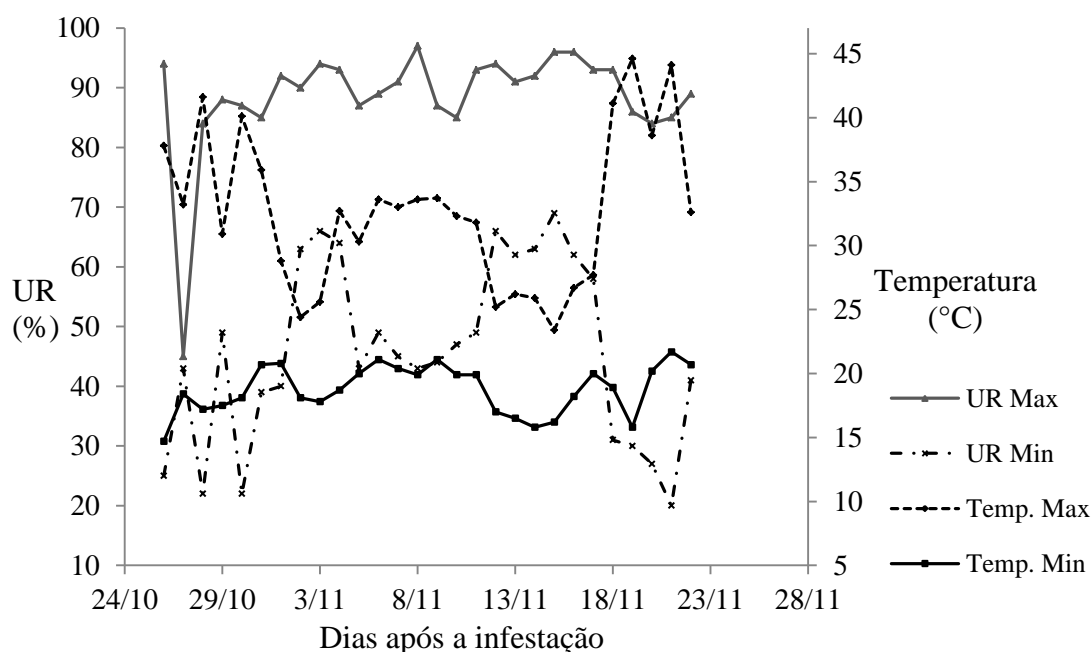


Figura 3. Temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar máxima e mínima na casa de vegetação.

4.1 Taxa instantânea de crescimento populacional e sintomas de injúrias causados pelo *P.latus*

As taxas instantâneas de crescimento populacional (r_i) de *P. latus* diferiram significativamente ($F = 4,27$, $p = 0,0005$) entre os acessos de *J. curcas* aos 10 dias após infestação (DAI). Os valores médios de r_i foram todos maiores que zero, demonstrando um incremento populacional de *P. latus* em todos os acessos. No acesso UFVJC72 a r_i de *P. latus* foi menor em relação aos acessos UFVJC8, UFVJC15 e UFVJC53, enquanto

que no acesso UFVJC5 a r_i de *P. latus* foi menor em relação aos acessos UFVJC8 e UFVJC15. Nos acessos UFVJC23 e UFVJC35 houve menor crescimento populacional de *P. latus* quando comparado ao acesso UFVJC8 (Tabela 3).

Tabela 3. Taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) de *P. latus* em acessos de *J. curcas* em casa de vegetação.

Acesso	r_i Média±Desvio padrão*
UFVJC 8	0,3874±0,0110 ^A
UFVJC 15	0,3543±0,0250 ^{AB}
UFVJC 53	0,3331±0,0508 ^{ABC}
UFVJC 80	0,3204±0,0339 ^{ABCD}
UFVJC 63	0,2593±0,0051 ^{ABCD}
UFVJC 6	0,2571±0,0125 ^{ABCD}
UFVJC 42	0,2563±0,0672 ^{ABCD}
UFVJC 29	0,2523±0,0366 ^{ABCD}
UFVJC 66	0,2461±0,0125 ^{ABCD}
UFVJC 1	0,2199±0,0142 ^{ABCD}
UFVJC 2	0,2115±0,0674 ^{ABCD}
UFVJC 23	0,1985±0,0319 ^{BCD}
UFVJC 35	0,1804±0,0521 ^{BCD}
UFVJC 5	0,1583±0,0547 ^{CD}
UFVJC 72	0,1422±0,0351 ^D

*Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os sintomas de injúrias provocados por *P. latus* nos diferentes acessos de *J. curcas* foram significativamente diferentes ($F = 6,99$, $p < 0,0001$) (Tabela 4). No entanto, a interação datas da avaliação e acessos de *J. curcas* não foi significativa ($F = 0,51$, $p = 0,90$), demonstrando que ao longo das avaliações os acessos reagiram de modo semelhante ao ataque do ácaro branco. O acesso UFVJC72 mostrou-se menos susceptível em relação aos acessos UFVJC8, UFVJC15, UFVJC53 e aos acessos UFVJC2, UFVJC35 e UFVJC80. Os acessos UFVJC1, UFVJC5, UFVJC23, UFVJC29

e UFVJC29 mostraram-se menos suscetível em relação aos acessos UFVJC8, UFVJC15 e UFVJC53 (Tabela 4).

Tabela 4. Sintomas de injúrias nos acessos de *J. curcas* causados por *P.latus*, aos 21 dias após infestação.

Acesso	Notas de injúria ¹
	Média± Desvio padrão*
UFVJC 8	3,22 ± 0,667 ^A
UFVJC 53	3,00 ± 0,866 ^{AB}
UFVJC 15	2,89 ± 1,054 ^{ABC}
UFVJC 2	2,33 ± 1,581 ^{ABCD}
UFVJC 80	2,33 ± 1,322 ^{ABCD}
UFVJC 35	2,00 ± 1,500 ^{ABCD}
UFVJC 6	1,78 ± 1,394 ^{BCDE}
UFVJC 63	1,67 ± 1,118 ^{BCDE}
UFVJC 66	1,56 ± 0,881 ^{CDE}
UFVJC 29	1,44 ± 1,236 ^{DE}
UFVJC 23	1,44 ± 1,333 ^{DE}
UFVJC 5	1,33 ± 1,225 ^{DE}
UFVJC 1	1,22 ± 1,093 ^{DE}
UFVJC 42	1,00 ± 1,000 ^{DE}
UFVJC 72	0,56 ± 0,527 ^E

*Médias seguida por uma mesma letra não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey

Do sétimo ao vigésimo primeiro dia após infestação houve acréscimo de 290 % nos sintomas de injúrias provocados pelo *P.latus*, independente do acesso de *J. curcas* (Figura 4). A taxas instantâneas de crescimento populacional (r_i) de *P. latus* correlacionaram-se forte e positivamente com os sintomas de injúrias (0,801; $P < 0,01$), mostrando que com o aumento do r_i aumentaram os sintomas de injúrias provocados pelo ácaro branco.

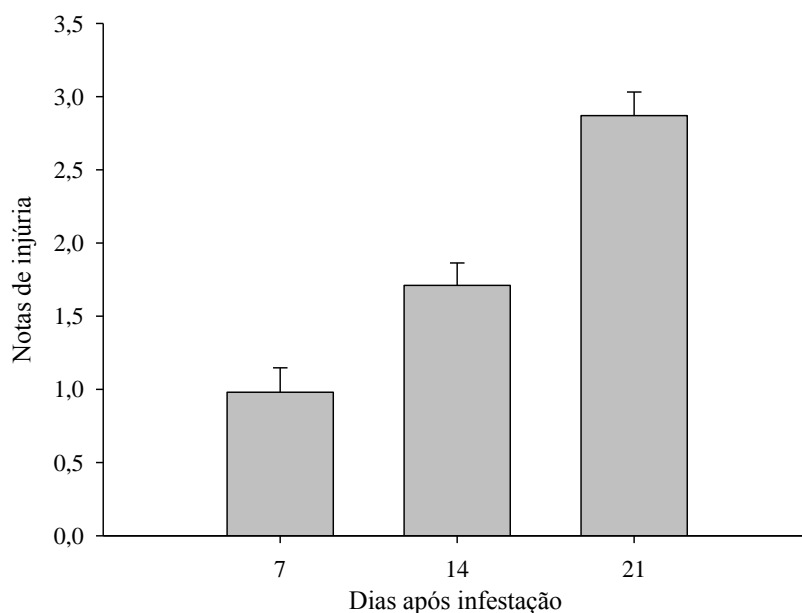


Figura 4. Sintomas de injúrias pelo ácaro branco em todos os acessos de *J. curcas*, aos 7, 14 e 21 dias após infestação.

4.2 Características fisiológicas e agronômicas dos acessos de *J. curcas* e variáveis meteorológicas

Os dados referentes aos pigmentos fotossintéticos, nitrogênio e trocas gasosas são mostrados nas Tabelas 5 e 6. Os acessos não diferiram quanto às concentrações de Cl $a+b$ ($F = 0,58$; $p = 0,87$), Car ($F = 0,55$; $p = 0,89$), Cl $a+b$ /Car ($F = 1,14$; $p = 0,34$) e N ($F = 2,37$; $p = 0,011$) e em relação às trocas gasosas, A ($F = 1,59$; $p = 0,11$), gs ($F = 1,75$; $p = 0,07$), E ($F = 1,2$; $p = 0,30$) e Ci/Ca ($F = 1,01$; $p = 0,45$). Logo, as médias correspondem à média de todos os acessos das plantas infestadas ou não com o ácaro branco. Não ocorreram diferenças significativas entre clorofilas totais ($F = 0,54$, $p = 0,46$), carotenóides totais ($F = 0,83$, $p = 0,36$) e razão clorofila/carotenóides ($F = 3,06$, $p = 0,086$). Houve porém diferença na concentração de nitrogênio ($F = 232,01$; $p < 0,0001$) (Tabela 4).

Tabela 5. Concentrações foliares de clorofilas totais (Cl *a+b*), carotenóides totais (Car), Cl/Car e N-total (N) em folhas de *J. curcas* na presença e na ausência de *P. latus*.

Parâmetros	Infestação de <i>P. latus</i> *	
	Presença	Ausência
Cl <i>a+b</i> (mg g ⁻¹ MS)	7,51 ± 2,11 ^A	7,13 ± 1,50 ^A
Car (mg g ⁻¹ MS)	2,72 ± 0,77 ^A	2,85 ± 0,58 ^A
Cl/Car	2,77 ± 0,30 ^A	2,51 ± 0,28 ^A
N total (g kg ⁻¹ MS)	39,2 ± 4,02 ^B	53,3 ± 5,57 ^A

*Valores representam a média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste F

A taxa de assimilação líquida do carbono (*A*) ($F = 82,75$; $p < 0,0001$) foi 50,5 % menor nos acessos infestados com *P. latus*, enquanto a condutância estomática (*g_s*) ($F = 37,59$; $p < 0,0001$) e transpiração (*E*) ($F = 67,3$; $p < 0,0001$) foram reduzidas em 46,2 % e 51,6 %, respectivamente, nos acessos infestados. A razão entre as concentrações interna e ambiente de CO₂ (C_i/C_a) ($F = 3,65$; $p = 0,09$) não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de assimilação líquida do carbono (*A*), condutância estomática (*g_s*), transpiração foliar (*E*) e razão entre a concentração interna e externa de CO₂ (C_i/C_a) em folhas de *J. curcas* na presença e na ausência de *P. latus*

Parâmetros	Infestação de <i>P. latus</i> *	
	Presença	Ausência
<i>A</i> (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	6,18 ± 2,25 ^B	12,48 ± 2,26 ^A
<i>g_s</i> (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	0,06 ± 0,02 ^B	0,13 ± 0,04 ^A
<i>E</i> (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	1,59 ± 0,87 ^B	3,08 ± 0,96 ^A
C_i/C_a	0,49 ± 0,12 ^A	0,45 ± 0,09 ^A

*Valores representam a média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Os acessos não diferiram quanto a TRA ($F = 1,57$; $p = 0,11$), AFE ($F = 1,04$; $p = 0,42$) e BPA ($F = 1,77$; $p = 0,06$). Assim, os dados da Tabela 7 correspondem à média

de todos os acessos das plantas infestadas ou não com o ácaro branco. O TRA ($F = 14,69$; $p = 0,0003$) foi reduzido em 12,8 % nos acessos infestados. A área foliar específica (AFE) ($F = 3,61$; $p = 0,06$) e biomassa da parte área (BPA) ($F = 0,26$; $p = 0,61$) não apresentaram diferenças significativas (Tabela 6).

Tabela 7. Teor relativo de água na folha (TRA), área foliar específica (AFE) e biomassa da parte área (BPA) em folhas de *J. curcas* na presença e na ausência de *P. latus*.

Parâmetros	Infestação do ácaro*	
	Presença	Ausência
TRA (%)	65,61 ± 9,89 ^B	75,23 ± 8,71 ^A
AFE (m ² kg ⁻¹)	19,56 ± 3,03 ^A	18,25 ± 3,09 ^A
BPA (g MS)	17,15 ± 8,02 ^A	16,40 ± 7,08 ^A

*Valores representam a média ± desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Os dados da Figura 5 correspondem às médias de todos os acessos infestados e não infestados em cada data de avaliação. Os acessos não diferiram quanto ao incremento do diâmetro do caule, número de folhas definitivas e altura das plantas em nenhuma das datas avaliadas. Apenas o incremento da altura da planta aos 21DAI apresentou diferença estatística nos acessos infestados e não infestados pelo ácaro branco ($F = 8,59$; $p = 0,0046$). O ácaro branco promoveu redução de 23,8 % na altura da planta.

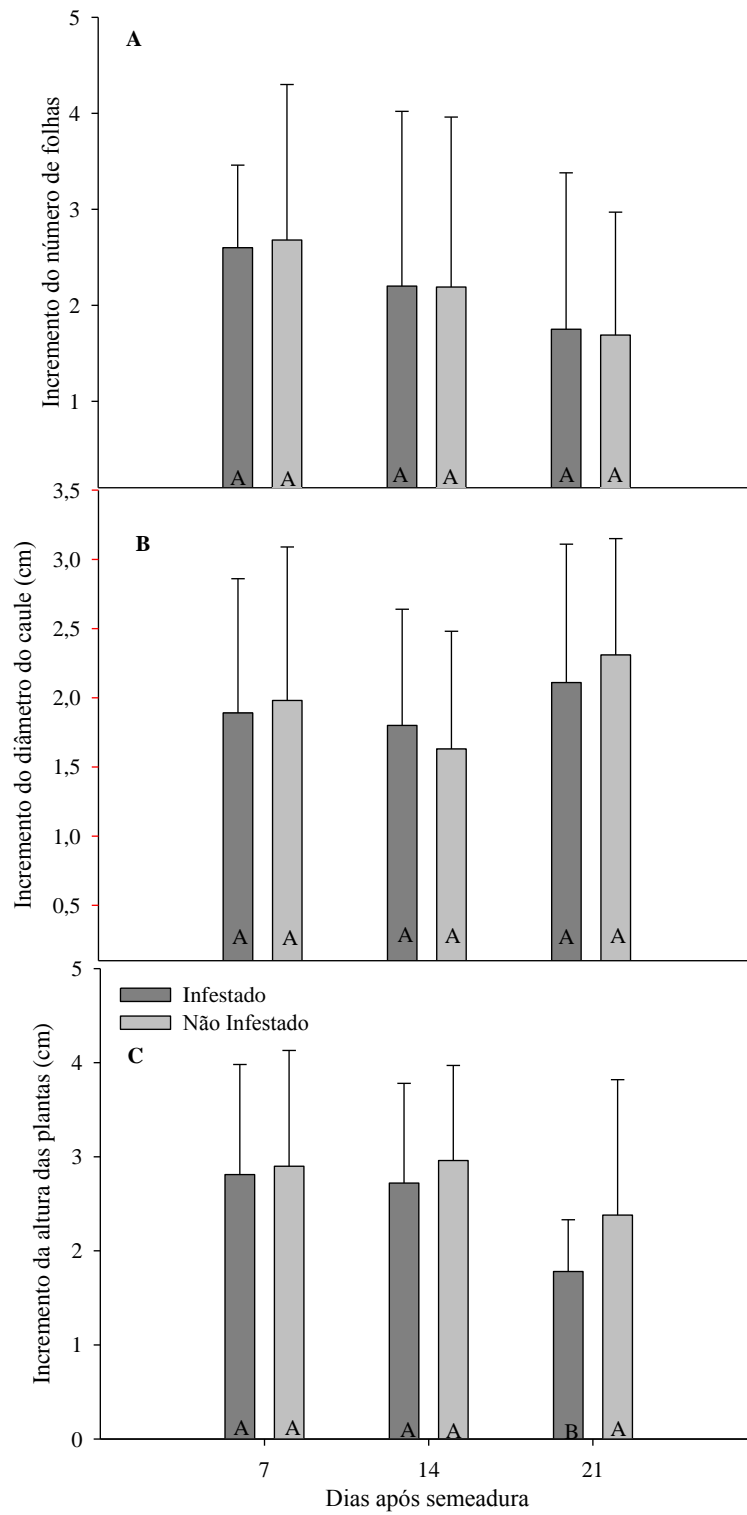


Figura 5. Incremento do número de folhas definitivas (A), incremento do diâmetro do caule (B) e incremento da altura das plantas (C) em plantas de *J. curcas* infestadas e não

infestas com *P.latus*. Médias seguidas pela mesma letra em cada período não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste F.

5. DISCUSSÃO

Embora o óleo de *J. curcas* seja reconhecido como ideal para produção de biodiesel, podendo substituir parcialmente o diesel convencional de forma sustentável, a espécie continua sendo pouco estudada. Avaliação confiável de rendimento requer conhecimento agroclimático e fisiológico, que ainda não estão disponíveis para a espécie (Trabucco et al., 2010). Pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia de *J. curcas*. Não existem cultivares e alguns aspectos agronômicos ainda carecem de investigação como, por exemplo, as estratégias de tolerância à seca e densidade ideal de plantio, além da suscetibilidade ao ácaro branco e a outras pragas. O ácaro branco causa prejuízo significativo à cultura de *J. curcas*. *Polyphagotarsonemus latus* provoca grande alteração nas trocas gasosas, promovendo uma redução significativa na fotossíntese líquida. No presente trabalho, os acessos de *J. curcas* UFVJC72 e UFVJC5 destacaram-se como materiais superiores para o programa de melhoramento da UFV visando resistência a *P. latus*. Freitas et al. (2010), estudando diversidade genética em 78 acessos de *J. curcas*, observaram a formação de 15 grupos distintos pela metodologia UPGMA, onde o grupo I agrupou a maioria dos acessos (64,1%) e o grupo II, onde se encontra o acesso UFVJC72, agrupou somente dois acessos. Logo, pode-se especular sobre a presença de genes conferindo menor susceptibilidade nesse acesso. Por sua vez, UFVJC5 apresentou altos teores de óleo e baixa suscetibilidade ao ácaro branco. Em algumas culturas tem sido relatados genótipos com níveis diferenciados de susceptibilidade e/ou resistência ao ácaro branco, como em pimentão (Echer et al., 2002), batata (Gibson & Valencia, 1978) e algodão (Vieira et al., 2002).

Este ácaro merece atenção especial para o cultivo de *J. curcas* devido ao aumento da taxa de crescimento populacional ocorrido em todos os acessos avaliados. Lopes (2009) também encontrou aumento na taxa instantânea de crescimento populacional em todos os acessos estudados de *J. curcas*. A evolução rápida das notas dos sintomas de injúrias causadas pelo ácaro branco também confirma a potencialidade de dano. Aos 21 DAI as plantas apresentaram altos sintomas de injúrias como: folhas do ápice bastante onduladas e encarquilhadas, notadamente enfezadas e superfície abaxial com muitas pontuações brancas (imatuross do ácaro branco). Isto confirma o severo dano que o ácaro branco promove nas plantas de pinhão manso. Tais fatores podem ter ocorrido com severidade devido às condições climáticas propícias para o desenvolvimento desta praga. Ferreira et al. (2006) observaram a influência da temperatura no desenvolvimento de *P. latus* em videira. No caso, o melhor desempenho deste ácaro foi a 25 °C, sendo que na maior temperatura ocorreu redução de ciclo, de tempo de pré-oviposição e maior fecundidade. Estudos com mamão em ambientes protegidos e ao ar livre mostraram que o ácaro branco se desenvolve melhor em climas mais úmidos e ambientes protegidos com telado. Em ambientes protegidos este ácaro consegue desenvolver bem mesmo em condições climáticas menos favoráveis (Viera et al., 2004).

A pequena variação na concentração de clorofilas totais e carotenóides ao longo do experimento sugere que estas variáveis são pouco afetadas pela infestação do ácaro branco e pouco interferem no processo de susceptibilidade a esta praga. Bueno et al. (2009), estudando trocas gasosas em soja infestada com ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) também não encontraram reduções significativas na concentração de clorofilas nas folhas. Contudo, Reddall et al. (2007) encontraram reduções na concentração de clorofilas na região basal das folhas de algodão infestadas com ácaro

rajado. No entanto, não encontraram reduções significativas da clorofila na região distal das folhas. Landeros et al. (2004) encontraram alta redução na concentração de clorofila em folhas de rosas na presença do ácaro rajado. É possível que na presente pesquisa, não ocorreram reduções no teor de clorofilas totais nas folhas de *J. curcas* infestadas com ácaro branco devido ao curto tempo de exposição ao ataque da praga. O tempo de exposição ao ácaro pode não ter sido suficiente para provocar tais reduções, uma vez que diferenças têm sido registradas em estudos com maior tempo de exposição, em geral acima de 50 dias. Outro fator que pode contribuir com este resultado é o tamanho de *P.latus* que é bem menor que *T. urticae*, ingerindo menores quantidades de conteúdo celular, fato evidenciado pela manutenção da área foliar específica e biomassa da parte área.

Apesar da redução do teor de nitrogênio nas folhas infestadas pelo ácaro, esta não implicou em deficiência nutricional, visto que os níveis desse nutriente foram elevados em todos os acessos.

A reduzida atividade fotossintética dos acessos infestados indica que *J. curcas* apresenta alta susceptibilidade a *P. latus*. A redução da fotossíntese (A) foi, em parte, causada pela redução da condutância estomática. A semelhança na concentração interna de CO_2 (C_i) em folhas infestadas e não infestadas pode ter sido devido ao aumento da taxa da respiração nas folhas infestadas além disto, este dado indica que a redução da condutância estomática não foi suficiente para reduzir significativamente a concentração de CO_2 nos acessos infestados. Portanto, o tratamento infestado, possivelmente, teve menor atividade e/ou menor quantidade da enzima de carboxilação (rubisco), uma vez, que o CO_2 disponível não está sendo metabolizado na mesma intensidade do tratamento não infestado. O ataque por herbívoros provoca uma série de respostas das plantas. Quando atacado por *P. latus* as plantas de pepino promoveram um

aumento na transcrição no nível de duas lipoxigenases (Grinberg et al., 2005). Estas isoenzimas participam na biossíntese do ácido jasmônico (He et al., 2002) que ativa a transcrição de genes relacionados a defesa produzindo uma variedade de compostos de defesa de plantas, como os inibidores de proteases (Farmer & Ryan, 1992). Cavalcante et al. (1999) mostraram que houve degradação da enzima rubisco em plantas de mamona quando foram aplicadas a estas metil jasmonato. Sabe-se também que esse ácido é um dos precursores ao estímulo de fechamento dos estômatos, o que pode estar intimamente relacionado à menor condutância estomática nas plantas de *J. curcas* infestadas por *P. latus*. Dessa forma, a menor atividade fotossintética dos acessos infestados tem como causas a reduzida condutância estomática e a baixa atividade carboxilativa.

A redução da condutância estomática pode ter sido ocasionada pela sucção do conteúdo intracelular das folhas, reduzindo o teor relativo de água na folha. Grinberg et al. (2005), estudando os danos causados pelo ácaro branco em plantas de pepino, mostraram que este ácaro promove diversos danos na anatomia da folhas como aumento da rigidez, crescimento celular, indiferenciação do mésofilo e desaparecimento da epiderme inferior e superior. Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que mostre alterações da fotossíntese causadas pelo ataque do *P.latus* em culturas agrícolas. Alterações na fotossíntese causada por outros ácaros são citadas por alguns autores. Landeros et al. (2004), avaliando a densidade de ácaros rajado em folhas de rosas, encontraram reduções significativas da fotossíntese. Bueno et al. (2009), estudando a resposta fotossintética do ácaro rajado em folhas soja, mostraram que o principal fator da redução da fotossíntese foi a redução da condutância estomática.

Devido ao hábito de atacar folhas jovens do ponteiro, relativa mobilidade de dispersão e ao tempo de exposição da praga, o ácaro branco não promoveu alterações no

incremento do diâmetro do colo nem número de folhas definitivas em *J. curcas*. Já para o incremento da altura das plantas aos 21 DAI houve uma redução significativa, que provavelmente aconteceu devido a morte do meristema apical, a possível alteração no status hídrico da planta e a resposta da planta ao estresse ocasionado. O TRA foi menor nas plantas infestadas. Com menor quantidade de água há um menor crescimento e divisão celular ocasionando reduções no crescimento da planta. Apesar de não ter sido medido uma possível causa da redução do IAP nas plantas infestadas foi o aumento da concentração de etileno, visto que as folhas infestadas estavam entrando em processo de senescência. Em condições de estresse, geralmente ocorre altas taxas na produção de etileno que age como um sinalizador iniciando a resposta ao estresse. Altos níveis de etileno reduz a taxa de crescimento da planta que pode ser uma resposta adequada ao estresse para garantir sua sobrevivência (Tholen et al., 2006). Alves et al. (2010) observaram que não houve diferença entre o tamanho médio das plantas e números de folhas em plantas de *Ilex paraguariensis* sob infestação e não infestação de ácaro branco.

Devido ao seu alto potencial biótico, seus danos causados nas trocas gasosas, rápido crescimento populacional, alta evolução nos sintomas de injúrias e de sua capacidade de hospedar diversas espécies, torna-se necessário uma atenção especial ao *P. latus* em *J. curcas* especialmente quando se utilizar culturas consorciadas que também são hospedeiras do ácaro branco.

6. CONCLUSÕES

Polyphagotarsonemus latus é uma praga de grande potencial de dano para o cultivo da *Jatropha curcas*. Este ácaro provoca alterações no desenvolvimento das plantas, além de promover grandes alterações nas trocas gasosas.

Não houve diferenças significativas entre os acessos de *J.curcas* para as avaliações fisiológicas e agronômicas.

Houve diferença significativa nos acessos de *J.curcas* para a taxa instantânea de crescimento populacional e nos sintomas de injúrias causados pelo *P.latus*.

Existe a necessidade de mais estudos para se conhecer melhor os danos de *P.latus*, os mecanismos de defesa da planta e a reação de susceptibilidade dos genótipos *J. curcas*.

7. REFERÊNCIAS

- ABDRABBO, A.; ABOU, KHEIRA.; NAHED, M. M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. **Biomass and Bioenergy**, v.33: p.1343 – 1350, 2009.
- ACHTEN, W. M. J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E.; SINGH, V. P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy**, v.32, p. 1063–1084, 2008.
- ALVES, L.F.A.; SANTANA, D.L.Q.; ANDRADE, D.P. Damage characterization and control tactics to broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) in Paraguay-tea plants (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.). **Revista Brasileira de Biociência**, v.8, p. 208-212, 2010.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2010 . Disponível em: <http://www.anp.gov.br> .Acesso em: 22 de março de 2011.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2009 Disponível em: <http://www.anp.gov.br> . Acesso em: 10 de agosto de 2010.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas** v.8 n.1, p. 789-799, 2004.

- BALAT, M. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production - a review of current work. **Energy Conversion and Management** , v.52,p 1479-1492, 2011.
- BROGLIO-MICHELETTI, S.M.F.; ENDRES, L.; VALENTE, E.C.N.; SANTOS, C.M.; DIAS, N.S. Primeiro registro de *Pachycoris torridus* (Scopoli, 1772) (Hemiptera: Scutelleridae) em pinhão-manso (Euphorbiaceae) em Alagoas, Brasil. **Ciênc. agrotecnologia**, v.34, p.1654-1657, 2010.
- BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F.; NABITY, P.D.; HIGLEY, L.G.; FERNANDES, O.A. Photosynthetic Response of Soybean to Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) Injury. **Brazilian. Archives of Biology and Technology**., v.52, p. 825-834, 2009.
- CATALDO, D.A.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Analysis by digestion and colorimetric assay of total nitrogen in plant tissues high in nitrate. **Crop Science**, v.14, p. 854-856, 1974.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p. 71-80, 1975.
- CAVALCANTE, A.P.R.; JACINTO, T.; MACHADO, O.L.T. Methyl jasmonate changes the levels of rubisco and other proteins in *Ricinus communis*. **ACTA Physiologiae Plantarum**, v. 21, p. 161-166, 1999.
- DIAS, L.A.S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O.L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SANTOS, A.S.; SOUSA, L.C.A.; OLIVEIRA, T.S.; DIAS, D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa: Suprema, 2007. 40p.
- DIAS, L.A.S.; MULLER, M.; FREIRE, E. Potencial do uso de oleaginosas arbóreas em sistemas silvipastoris. In: Fernandes, E.M.; Paciullo, D.S.C.; Castro, C.R.T.; Muller,

- M.D.; Arcuri, P.B.; Carneiro, J.C. (Org.) **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.283-314, 2008.
- DIVAKARA, B. N; UPADHAYAYA, H. D; WANI, S. P; GOWDA, C. L. W. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. **Applied Energy**, v.87, p. 732-742, 2009.
- ECHER M M, FERNANDES M C A, RIBEIRO R L D, PERAQUI A L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência ao ácaro branco. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.217-221, 2002.
- FARMER, E. & RYAN, C. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound-inducible proteinase inhibitors. **The Plant Cellular and Molecular Life Sciences**, v.4, p.129-134, 1992.
- FERREIRA, R. C. F.; OLIVEIRA, J. V. DE; HAJI, F. N. P.; GONDIM JR., M. G. C. Biologia, Exigências Térmicas e Tabela de Vida de Fertilidade do Ácaro-Branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em Videira (*Vitis vinifera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**. v.35(1):126-132, 2006.
- FREITAS, R. G.; MATOS, F. S; ZUFFO, L. T; LISBOA, W. S; MISSIO, R. F; DIAS, L. A. S. Variabilidade genética em acessos de *Jatropha curcas* L. In: ° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 7° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais**, 2010.
- FURLAN, J.; KALTNER, F. J.; AZEVEDO, G. F. P.; CAMPOS, I. A. **Cultivo do Pinhão Manso**. In Biodiesel 1ª Ed, Belém, 134-150, 2006.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P. PARRA; ZUCCHI, R. A.;

- ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, vol. 10, FEALQ, Piracicaba, 920 p, 2002.
- GERSON U. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari, Tarsonemidae). **Experimental Applied Acarology**, v.13, p.163–178, 1992.
- GIBSON, R.W.; VALENCIA, L. A survey of potato species for resistance to the mite *Polyphagotarsonemus latus*, with particular reference to the protection of *Solanum berthaultii* and *S. tarijense* by glandular hairs. **Potato Research**, v. 21, p. 217-223, 1978.
- GRINBERG, M; TREVES R. P;PALEVSKY. R; SHOMER. L; SOROKER. V . Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*: from damage to defense gene expression. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.115, p.135–144, 2005.
- HE, Y.; FUKUSHIGE, H.; HILDEBRAND,D.F.; GAN, S. Evidence supporting a role of jasmonic acid in *Arabidopsis* leaf senescence. **Plant Physiology**, v.128, p.876–884, 2002.
- KAVITHA, J; RAMARAJU, K; BASKARAN, V; PRETHEEP, K.P. Bioecology and management of spider mites and broad mites occurring on *Jatropha curcas* L. in Tamil Nadu, India. **System Applied Acarology**, v.12, p.109–115, 2007.
- LANDEROS, J.; GUEVARA, L.P.; BADI, M.H.; FLORES, A.E.; MANES, A. P. A. Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. **Experimental and Applied Acarology**, v.32, p.187–198, 2004.

- LAVIOLA, B. G. & DIAS, L. A. S. Teor e Acúmulo de Nutrientes em Folhas e Frutos de Pinhão-Manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32: 1969-1975, 2008.
- LOPES, E. N. **Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. 2009. 78f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa.
- MAZIERO, J. V. G; CORRÊA, I. M; TRIELLI, M. A; BERNARDI, J. A; AGOSTIN, M.F.D. Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel utilizando biodiesel de girassol como combustível. **Engenharia na Agricultura**, v.14, n.4, 287-292, 2006.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ed. Holos, 288p, 2008.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, v.19, p.1–15, 2000.
- PEÑA, J. E. & BULLOCK R. C. Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. **Florida Entomological Society**, v.77, p.180-184, 1994.
- PINZI, S; GARCIA, I. L; LOPEZ-GIMENEZ, F.J; LUQUE DE CASTRO, M.D; DORADO, G; DORADO, M.P. The Ideal Vegetable Oil-based Biodiesel Composition: A Review of Social, Economical and Technical Implications. **Energy & Fuels**, v.23, p. 2325–2341, 2009.
- REDDALL, A. A.; WILSON, L. J.; GREGG, L.J.P.C.; SADRAS, V. O. Photosynthetic Response of Cotton to Spider Mite Damage: Interaction with Light and Compensatory Mechanisms. **Crop science**, v.47, p.2047-2057, 2007.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N. & GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, 26:44-78, 2005.

- SHANKER,C; DHYANI. S. K. Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. **Current Science**. v.91, p.25, 2006.
- SCHMIDT,L.; SCHURR, U.; S. R. ROSE, U. S. R. Local and systemic effects of two herbivores with different feeding mechanisms on primary metabolism of cotton leaves. **Plant, Cell and Environment** v.32, p.893–903,2009.
- SILVA, P.R.F.; FREITAS, T. H. S.. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p. 843-851, 2008.
- SIVRITEPE, N.; KUMRAL, N.A., ERTURK, U.; YERLIKAYA, C.; KUMARAL,A. Responses of grapevines to Two-Spotted spider mite mediated biotic stress. **Journal of Biological Sciences** v.9, p.311-318, 2009.
- THOLEN, D.; POORTER, H.; VOESENEK, L. A. C. J. Ethylene plant in growth. In KHAN, N.A, Editor, **Ethylene action in Plants**. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, p.35-46, 2006.
- TRABUCCO, A.; ACHTEN, W.M.J.; BOWE, C.; AERTS, R.; ORSHOVEN, J.V.; NORRGROVE, L.; MUYS, B. Global mapping of *Jatropha curcas* yield based on response of fitness to present and future climate. **Global Change Biology Bioenergy** v.2, p.139-151, 2010.
- VENZON, M.; ROSADO, M. C.; MOLINARUGAMA, A. J.; DUARTE, V. S.; DIAS, R.; PALLINI, A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, v. 27, p. 869-872, 2008
- VIEIRA, M.R.; CAMPOS, A.R.; CASTRO, T.M.M.G.; SILVA, H.A.S.; FIGUEIRA, J.C.; MONTEVERDE, M.S. Resistência de cultivares de algodoeiro ao ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari:Tarsonemidae). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, p.545-555, 2002.

WALTHALL, W. K. & STARK, J. D. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: The intrinsic (r_m) and instantaneous (r_i) rates of increase. **Environmental. Toxicolgy. Chemistry**, v.16, p.1068–1073, 1997.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiology*, v.144p.307-313, 1994.