

EFEITO DA APLICAÇÃO DO SILÍCIO EM PLANTAS DE *Pinus taeda* L., SOBRE A BIOLOGIA E MORFOLOGIA DE *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera:Aphididae)

Effect of silicic applied on plants of *Pinus taeda* L., in the biology and morphology of *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera:Aphididae)

Joelma Melissa Malherbe Camargo¹, Jair Campos Moraes², Edilson Batista de Oliveira³,
Susete do Rocio Chiarello Penteadó⁴, Regina Célia Zonta de Carvalho⁵

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de silício em parâmetros biológicos e na morfometria de *C. atlantica*. O bioensaio foi conduzido em sala climatizada com temperatura de 20°C, 70% UR e fotofase de 12 horas, com delineamento experimental inteiramente casualizado. Fêmeas adultas obtidas após a última ecdise ninfal foram transferidas para as unidades experimentais (gaiolas de PVC) e, entre o 4º e 5º dia reprodutivo, a fêmea foi retirada e dentre os descendentes produzidos nesse período, um foi escolhido aleatoriamente para a condução do ensaio. Nos tratamentos com a aplicação de diferentes doses do ácido silícico, ocorreram prolongamento da fase ninfal e redução na performance biológica, afetando assim o ciclo biológico do pulgão. Em relação à capacidade reprodutiva do inseto, obtiveram-se, para os tratamentos com aplicação do ácido silícico, valores distintos da testemunha que apresentou número elevado de ninfas/fêmea. Em relação à morfometria, dentre os quinze caracteres avaliados, apenas a largura da cabeça e o comprimento total da antena de *C. atlantica*, que foram mantidos em plantas com aplicação de silício, diferiram estatisticamente da testemunha.

Termos para indexação: Pínus, biologia, silício, pulgão-gigante-do-pinus.

ABSTRACT

This research aimed to study the effect of silicon in biology and morphology of *C. atlantica*. The bioassay was carried out in environmental chamber (20°C, 70% RH and 12 photophase) in a completely randomized design. Adult females were transferred to experimental units (PVC cages) after the last nymphal ecdysis and were removed from these sites between the 4th and 5th reproductive day. From this offspring, one specimen was randomly chosen to take part the experiment one observed an increase in nymphal phase and a decrease of aphid fitness in treatments with different levels of silicon. In relation to the reproductive capacity of the insect one gotten for the treatment with application the treatment with application silicic acid distinct values of the witness presented high number of nymphs/female. Fifteen characters were surveyed in the morphometry analysis, from which the width of the head and the total length and of antenna of *C. atlantica* were kept in plants with silicon application differed statistically from control.

Index terms: Pínus, biology, silicon, aphid giant conifer.

(Recebido em 20 de novembro de 2006 e aprovado em 9 de julho de 2008)

INTRODUÇÃO

Os quase dois milhões de hectares de *Pinus* encontram-se implantados, na sua grande maioria, em extensos monocultivos. Esse fato, associado a precárias condições de manejo de muitos desses plantios, tem predisposto essas áreas ao ataque de diferentes espécies de insetos e patógenos (PENTEADO et al., 2000). No Brasil, os pulgões do gênero *Cinara* foram registrados em plantios de *Pinus* spp. desde 1996, quando se detectou a espécie *C. pinivora* (IEDE et al., 1998) e em 1998 *C. atlantica*

(LAZZARI & CARVALHO, 2000), ambas introduzidas acidentalmente.

A fisiologia, a ecologia e a etologia dos insetos herbívoros, dentre outros aspectos de sua biologia, estão inseridos num contexto nutricional. A qualidade e a quantidade de alimento ingerido, bem como a proporção entre elementos químicos e a ingestão de compostos do metabolismo secundário das plantas, podem causar maiores ou menores efeitos deletérios, interferindo inclusive na capacidade reprodutiva desses indivíduos (HAGEN et al., 1984). É de extrema importância o

¹Mestre, Doutoranda em Entomologia – Departamento de Entomologia – Universidade Federal do Paraná/UFPR – Cx. P. 19020 – 81531-980 – Curitiba, PR – melissajoelma@yahoo.com.br – Bolsita CAPES

²Doutor em Produção Vegetal, Professor Associado – Departamento de Entomologia/DEN – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jcmoraes@ufla.br

³Doutor em Engenharia Florestal, Pesquisador III – Embrapa Florestas – Estrada da Ribeira, Km 111 – 83411-000 – Colombo, PR – edilson@cnpf.embrapa.br

⁴Doutora em Entomologia – Laboratório de Entomologia – Embrapa Florestas – Estrada da Ribeira, Km 111, 83411-000 – Colombo, PR – susetercp@brturbo.com.br

⁵Doutora em Entomologia – Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária – Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti/CDME – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/SEAB – Rua Jaime Balão, 575 – 80040-030 – Curitiba, PR – regcarva@zaz.com.br

conhecimento do comportamento e da preferência alimentar, dos hábitos alimentares, das necessidades nutricionais dos insetos e as suas conseqüências no crescimento, na sobrevivência, na longevidade, na reprodução, nos movimentos, nos hábitos gregários, etc. Isso permitirá o delineamento de estratégias de controle dos insetos-praga que incluam as mais variadas táticas (PANIZZI & PARRA, 1991).

A maior resistência ao ataque de insetos por plantas com nível ótimo de silício em seus tecidos está sendo alvo de estudo por um número cada vez maior de pesquisadores. Alguns resultados de pesquisa incluem o pulgão verde em trigo e sorgo, lagarta do cartucho em milho, broca do colmo em cevada, broca da cana-de-açúcar, lagarta do colmo em arroz, gafanhoto verde, etc.

Segundo Carvalho et al. (1999), testes conduzidos para avaliar a preferência alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) a plantas de sorgo tratadas com silício reduziram pela metade o número de afídeos presentes nas seções das folhas em relação àquelas não tratadas, provavelmente devido à barreira mecânica em função da deposição desse elemento na parede das células.

A deposição e o aumento da solubilidade do silício em plantas de trigo têm sido relatados como fator de indução de resistência a dois importantes afídeos *Metopolophium dirhodum* (Walk) e *Sitobion avenae* (Fabricius) (HANISCH, 1980).

O uso de inseticidas de maneira generalizada pode trazer conseqüências negativas ao homem e ao ambiente, tornando-se necessário gerar novas alternativas de controle desse inseto, como o manejo da adubação em viveiros, uma vez que a qualidade da planta hospedeira é a chave para fecundidade dos insetos e os diferentes níveis de nutrição podem afetar a intensidade dos danos, o potencial e as estratégias de reprodução (CAMARGO & MORAES, 2006). Assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito da aplicação de ácido silícico em mudas de *Pinus taeda* sobre a biologia e na morfologia do pulgão-gigante-do-pinus *C. atlantica*.

MATERIALE MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas, em sala climatizada com temperatura de 20°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas, com insetos provenientes da criação do laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas – Colombo/PR.

As mudas de *P. taeda* foram obtidas em viveiro comercial com, aproximadamente, quatro meses de idade. Para a semedura das mesmas foi utilizado o substrato

Plantmax®. As plantas foram previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1% e acondicionadas em gaiolas de PVC, com 37 cm de altura x 10 cm de diâmetro, com três aberturas laterais fechadas com tela anti-afídica presa com velcro, e uma abertura na parte superior fechada com transparência. Em cada gaiola foi colocada uma muda de pínus em tubete com, aproximadamente, 20 cm de altura, apoiada por espuma grossa. As irrigações foram realizadas a cada dois dias aplicando-se 10 ml de água destilada por tubete.

Foram testadas duas doses do ácido silícico, sendo os seguintes tratamentos: T1 – testemunha com aplicação de 6 ml/L de água destilada; T2 – com aplicação de 0,01 gramas de ácido silícico a 1% (0,01 g em 6 ml/L de água destilada) e T3 – com aplicação de 0,04 g de ácido silícico a 1% (4 aplicações de 0,01 g em 6ml/L de água destilada, a intervalos de 4 dias).

Quinze dias após aplicação, com o auxílio de um pincel fino, foi feita a transferência de uma fêmea adulta, obtida após a última ecdise ninfal. Entre o 4° e 5° dia reprodutivo, a fêmea foi retirada e, das ninfas produzidas, uma foi escolhida aleatoriamente para condução do bioensaio. Foram feitas observações diárias avaliando-se o número de ínstars; duração de cada ínstar e da fase ninfal; duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo; longevidade; fertilidade total e diária e ciclo de vida.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e 20 repetições. Os dados obtidos foram transformados em \sqrt{X} e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Outra análise foi a correlação entre a aplicação de silício e os caracteres morfométricos de *C. atlantica*, no qual os indivíduos criados em plantas de *P. taeda*, em diferentes doses de ácido silícico, foram fixados em álcool 70% e, posteriormente, montados em lâminas permanentes (MARTIN, 1983). As lâminas foram devidamente etiquetadas e, sob estereomicroscópio com ocular micrométrica, foram avaliados os seguintes caracteres morfológicos: comprimento do corpo; antena; tibia; fêmur; primeiro e segundo tarsômeros posteriores; comprimento do III, IV, V e VI artículos antenais (base e processo terminal); comprimento do último segmento rostral (IV+V); diâmetro da base do sifúnculo.

A análise dos dados biológicos foi feita a partir da análise de variância (ANOVA) e Tukey, a 5% de significância. Para a análise dos dados morfométricos foram ajustadas equações de regressão, para as variáveis que apresentaram significância pelo teste F, ao nível de significância $p \leq 0,05$.

Para a determinação do teor de silício, realizaram-se quatro análises nutricionais (tecido vegetal), sendo a primeira na instalação do experimento (sem aplicação das doses), e as demais 15, 45 e 90 dias após aplicação, utilizando para isso cinco plantas de cada tratamento. Assim, foi realizada a transferência das alíquotas de 5 ml dos sobrenadantes dos extratos da digestão alcalina, em microondas das amostras e das soluções padrão de 0; 2,0; 4,0 e 8,0 mg.L⁻¹Si para copinhos plásticos, adicionou-se 15 mL de água deionizada acrescentando 1,0 mL de solução de Ácido Clorídrico (HCl) 50% e 2,0 ml de solução de Molibdato de Amônio Tetra hidratado ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O) 10% . Agitou-se levemente aguardando de 5 a 10 minutos até que se formasse uma coloração amarela, em todas as amostras. Foram acrescentados 2,0 mL de solução de Ácido Oxálico (CO₂H₂2H₂O) e calibrado o espectrofotômetro com as soluções padrão de Si, em comprimento de onda de 410 nm. Após esse procedimento fez-se a leitura das amostras, onde as quantidades de Si foram dadas em porcentagem, de acordo com expressão: % Si = leitura x 0,045.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito do silício não influenciou o número de ínstaes de *C. atlantica*, ou seja, o pulgão-gigante-dopinus passou por quatro ínstaes ninfaes (Tabela 1), como já observado por Blackman (1987) e Dixon (1987) para os afídeos de um modo geral e constatado por Ottati (1999) e

Zaleski (2003) que obtiveram o mesmo número de ínstaes para esse inseto, em condições de laboratório.

Em relação à duração dos ínstaes, foi observado efeito do silício para a duração do terceiro e quarto ínstar e para a duração total da fase ninfa (Tabela 1). Os tratamentos 2 e 3 com dose de 0,01 e 0,04 gramas de silício por tubete, tiveram maior duração (dias) diferindo estatisticamente da testemunha, sem aplicação de Si. O quarto ínstar foi relativamente mais longo que os três primeiros ínstaes em todos os tratamentos, como verificado por Ottati (2004) e Zaleski (2003).

O silício teve efeito sobre a fase ninfa do inseto onde, para os tratamentos com aplicação de Si, obtiveram-se maiores médias significativas de duração (dias). A fase ninfa do inseto foi mais extensa em relação àqueles criados em plantas sem aplicação de silício, ou seja, esses demoraram mais tempo para completarem a fase ninfa e tornarem-se adultos.

Não foi observada mortalidade das ninfas do pulgão no primeiro, segundo e terceiro ínstaes quando alimentadas em plantas que não receberam silício (testemunha). As taxas de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, em relação à fase ninfa observando efeito do silício, o qual aplicado na maior dose causou quase 38% de mortalidade do inseto (Tabela 2).

Foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo e para a longevidade (Tabela 3).

Tabela 1 – Duração média (dias) e erro padrão (Ep) do 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes de *Cinara atlantica*, em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Tratamentos	Ínstaes				Fase Ninfa
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	
T1 - Testemunha	2,30 ± 0,00a	2,10 ± 0,15a	2,65 ± 0,27b	3,50 ± 0,19b	10,55 ± 0,39b
T2 - 0,01g/Si	2,27 ± 0,26a	3,09 ± 0,32a	5,27 ± 0,52a	6,00 ± 0,53a	16,63 ± 0,87 ^a
T3 - 0,04g/Si	2,75 ± 0,28a	2,75 ± 0,73a	4,25 ± 0,52a	6,08 ± 0,44a	15,83 ± 1,34 ^a

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey(p ≤ 0,05).

Tabela 2 – Viabilidade (%) do 1º, 2º, 3º e 4º ínstaes de *Cinara atlantica* em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Tratamentos	Viabilidade (%) Fase Ninfa				
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Fase Ninfa
T1 - Testemunha	100 ± 0a	100 ± 0a	100 ± 0a	90 ± 0,45a	91 ± 0,40 ^a
T2 - 0,01g/Si	90 ± 0,45a	89 ± 0,48a	100 ± 0a	90 ± 0,45a	85 ± 0,63 ^a
T3 - 0,04g/Si	94 ± 0,28a	80 ± 0,80a	90 ± 0,45a	86 ± 0,60a	62 ± 1,17b

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey(p ≤ 0,05).

Tabela 3 – Duração média (dias) e erro padrão (Ep) do período pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade e ciclo biológico de *Cinara atlantica*, em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Tratamentos	Período Pré-reprodutivo	Período Reprodutivo	Período Pós-Reprodutivo	Longevidade	Ciclo Biológico
T1 - Testemunha	4,35 ± 0,48a	21,35 ± 2,03a	10,25 ± 1,36b	36,40 ± 3,13a	45,60 ± 3,57 ^a
T2 - 0,01g/Si	4,81 ± 1,75a	5,54 ± 2,10b	19,50 ± 0,26 ^a	30,80 ± 8,44a	50,70 ± 3,04 ^a
T3 - 0,04g/Si	1,83 ± 0,73b	3,41 ± 1,90b	4,25 ± 2,25c	9,50 ± 4,14b	38,60 ± 2,12a

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A menor duração no período pré-reprodutivo de adultos de *C. atlantica* foi observada no tratamento com maior dose de silício.

Contudo, a redução no período pré-reprodutivo em função da aplicação de silício discorda das observações de Basagli et al. (2003) que não encontraram diferenças significativas para essa característica biológica em relação ao pulgão-verde *S. graminum*, em trigo, possivelmente em função da maior dose empregada nesse ensaio.

Adultos de *C. atlantica* apresentaram maior duração do período reprodutivo com 21,35 dias em plantas da testemunha, sendo esse valor quase cinco vezes maior que nas plantas que receberam aplicações de silício, confirmando os dados obtidos por Goussain et al. (2005) nos quais a aplicação de silício, via solo, apresentou um decréscimo significativo no período reprodutivo do pulgão-verde *S. graminum*. Também a duração média do período pós-reprodutivo para os tratamentos com silício foram significativamente afetados, diferindo assim dos valores obtidos para a testemunha.

A menor longevidade foi observada em indivíduos mantidos em plantas de *P. taeda* tratadas com silício na maior dose (Tabela 4).

O total de ninfas produzidas (Tabela 5) ao longo do período reprodutivo também foi afetado pelos tratamentos com silício, constatando-se um número significativamente maior nas plantas que não receberam esse mineral.

A variação obtida assemelha-se à encontrada por Basagli et al. (2003) e Moraes & Carvalho (2002) que verificaram que a capacidade reprodutiva de *S. graminum* foi afetada pela aplicação de silicato de sódio.

Segundo Drees (1993), a taxa reprodutiva de afídeos é dependente principalmente da qualidade do alimento, o que foi observado nesse trabalho. Um dos efeitos da qualidade da planta hospedeira sobre a fecundidade total de afídeos, observada em plantas com baixa qualidade é a reabsorção dos embriões pela fêmea, que utiliza esse mecanismo para manter sua sobrevivência

(AWMACK & LEATHER, 2002). Essa tendência foi confirmada por (LEATHER, 1983), na qual os afídeos que se alimentavam em plantas com baixa qualidade nutricional, reabsorviam primeiramente os embriões mais novos, apesar do custo associado com a reabsorção de um grande número da prole, enquanto continuavam a amadurecer embriões durante toda sua vida adulta. Além disso, os afídeos mal nutridos apresentavam forte tendência a morrer antes que depositassem toda sua prole (LEATHER, 1985).

Esse fato pode explicar o fato de apenas 46% e 33% das fêmeas colocarem ninfas, respectivamente, nos tratamentos que receberam menor e maior dose de silício. Contudo, na testemunha todas as fêmeas colocaram ninfas normalmente, sem apresentar nenhum tipo de alteração visível e nem mesmo dificuldade para realizar a deposição da prole, diferentemente do que se observou em alguns indivíduos dos tratamentos com aplicação de silício, que apresentaram tais alterações (Figura 1).

Contudo, esses indivíduos não se reproduziram, mas alimentavam-se normalmente, confirmando assim que as alterações químicas e a indução da resistência estão provavelmente envolvidas na redução da performance do pulgão sem, entretanto, alterar seu período de alimentação. Conclusões essas obtidas também por Goussain et al. (2005) quando estudaram o efeito do silício aplicado em plantas de trigo, na biologia e no comportamento alimentar de *S. graminum*.

Para a medição de caracteres de *C. atlantica*, não foi verificada significância para os caracteres entre os tratamentos, os quais não diferiram estatisticamente, entre si pelo teste F, ao nível de ($p \leq 0,05$) (Tabela 6).

Apesar do silício afetar a biologia de *C. atlantica*, como verificado neste estudo, não afetou a morfologia do mesmo. Foi possível concluir que nem mesmo o tamanho do rosto dos afídeos foi afetado, podendo isso ter ocorrido ao acaso ou evidenciado que realmente o nutriente não

afeta a alimentação do inseto e sim sua capacidade reprodutiva. De acordo com Goussain et al. (2005) que investigaram o comportamento alimentar de *S. graminum* em plantas de trigo tratadas com silício, foi possível verificar que a penetração dos estiletes não é afetada pelo uso do nutriente e que tais alterações químicas e a indução da resistência estão envolvidas na redução da performance do afídeo, sem, entretanto, alterar seu período de alimentação.

Em relação às análises nutricionais de tecido realizadas para as plantas de *P. taeda*, observou-se um aumento significativo no teor de silício em *P. taeda*, aos 15, 45 e 90 dias respectivamente, após a adubação nas plantas (Figura 2).

Resultados semelhantes foram obtidos por vários autores em diferentes culturas (BENNETT, 1982; CARVALHO et al., 1999; GOUSSAIN et al., 2002; HODSON & SANGSTER, 1998).

Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação de silício influenciou o desenvolvimento de *C. atlantica*, constituindo-se assim, neste trabalho, como uma das causas de resistência de *P. taeda* ao pulgão-gigante-do-pinus, uma vez que os afídeos se desenvolveram normalmente em plantas sem aplicação do silício. Pode-se sugerir que isso ocorra em razão da formação de uma barreira mecânica, criada a partir da deposição de silício e/ou por alguma substância produzida pelas plantas como resposta à presença desse mineral.

Tabela 4 – Viabilidade (%) e erro padrão (%) do período pré-reprodutivo, reprodutivo, pós-reprodutivo, longevidade e ciclo biológico de *Cinara atlantica* em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Tratamentos	Viabilidade (%) Fase Adulta				Ciclo Biológico
	Período Pré-Reprodutivo	Período Reprodutivo	Período Pós-Reprodutivo	Longevidade	
T1 - Testemunha	90 ± 0,45a	90 ± 0,45a	80 ± 0,8a	86 ± 0,60a	95 ± 0,23a
T2 - 0,01g/Si	80 ± 0,80ab	73 ± 0,98b	82 ± 0,73a	78 ± 0,85ab	85 ± 0,63ab
T3 - 0,04g/Si	73 ± 0,98b	64 ± 1,15b	70 ± 1,05a	69 ± 1,06b	78 ± 0,85b

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 5 – Fecundidade total, diária e erro padrão (Ep) de *Cinara atlantica* em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Tratamentos	Fecundidade total ninfas/fêmea	Fecundidade diária ninfas/fêmea
T1 – Testemunha	21,20 ± 2,28a	1,14 ± 0,13a
T2 - 0,01g/Si	3,90 ± 1,72b	0,60 ± 0,20a
T3 - 0,04g/Si	2,25 ± 0,93b	0,70 ± 0,32a

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

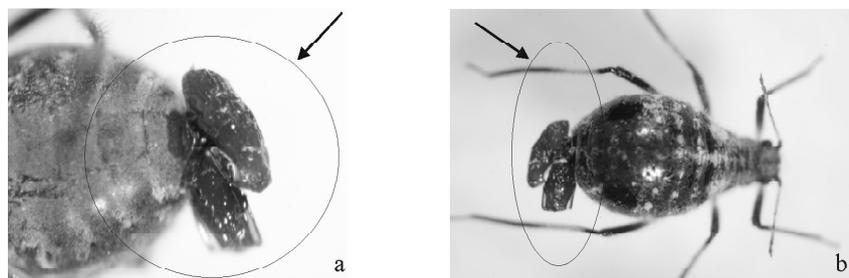


Figura 1 – (a) Vista dorsal e (b) Vista ventral de fragmentos ou alterações na abertura genital (tubo anal) de espécimes de *Cinara atlantica*, que se alimentaram em mudas de *Pinus taeda*, adubadas com silício.

Tabela 6 – Dados morfométricos (média ± variação) de adultos de *Cinara atlantica*, criados em plantas de *Pinus taeda* adubadas com diferentes doses de silício (Si).

Caracteres (mm)	T1 - Testemunha (n=10)	T2 - 0,01g/Si (n=10)	T3 - 0,04g/Si (n=10)
Comprimento do corpo**	2,28 (1,96 - 2,66)	2,19 (1,70 - 2,74)	2,10 (1,70 - 2,78)
Largura da cabeça**	0,58 (0,53 - 0,65)	0,53 (0,45 - 0,61)	0,58 (0,53 - 0,73)
Comprimento total da antena**	0,83 (0,71 - 0,95)	0,95 (0,74 - 1,20)	0,98 (0,84 - 1,19)
Segmento antenal III**	0,35 (0,28 - 0,42)	0,32 (0,24 - 0,43)	0,33 (0,22 - 0,43)
Segmento antenal IV**	0,15 (0,12 - 0,20)	0,14 (0,10 - 0,19)	0,15 (0,12 - 0,19)
Segmento antenal V**	0,19 (0,16 - 0,22)	0,18 (0,11 - 0,24)	0,19 (0,17 - 0,24)
Base do segmento antenal VI**	0,10 (0,09 - 0,12)	0,10 (0,08 - 0,11)	0,10 (0,10 - 0,12)
Processo terminal**	0,04 (0,03 - 0,05)	0,04 (0,03 - 0,05)	0,04 (0,04 - 0,05)
Segmento rostral IV**	0,16 (0,15 - 0,18)	0,15 (0,16 - 0,17)	0,16 (0,15 - 0,19)
Segmento rostral V**	0,07 (0,06 - 0,08)	0,06 (0,06 - 0,07)	0,06 (0,05 - 0,08)
Comprimento do fêmur**	0,86 (0,66 - 1,00)	0,86 (0,69 - 1,05)	0,88 (0,69 - 1,22)
Comprimento da tíbia**	1,49 (1,14 - 1,74)	1,55 (1,27 - 1,88)	1,59 (1,27 - 2,00)
Segmento tarsal II**	0,08 (0,08 - 0,10)	0,08 (0,07 - 0,10)	0,09 (0,07 - 0,11)
Segmento tarsal II**	0,21 (0,18 - 0,24)	0,21 (0,19 - 0,25)	0,22 (0,20 - 0,25)
Sifúnculo**	0,35 (0,25 - 0,46)	0,34 (0,22 - 0,50)	0,36 (0,26 - 0,60)

* Variáveis significativas pelo teste F, ao nível de significância $p \leq 0,05$.

** Variáveis não significativas pelo teste F, ao nível de significância $p \leq 0,05$.

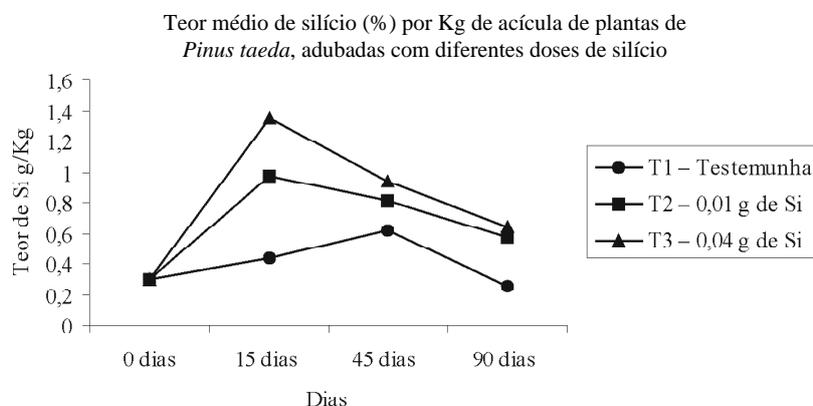


Figura 2 – Teor médio de silício (%) por kg de acícula de plantas de *Pinus taeda* tratadas com diferentes doses de Si.

CONCLUSÃO

A aplicação do ácido silícico em *P. taeda* induz resistência ao pulgão-gigante-do-pinus *C. atlantica*, com efeitos expressivos na fase adulta do inseto.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Renato Antônio Dedecek, Pesquisador do Laboratório de Solos – Embrapa Florestas, pelo auxílio nas análises nutricionais. À CAPES, Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela concessão da bolsa. Ao laboratório de Entomologia – Embrapa Florestas pelo espaço concedido para execução deste trabalho e ao Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti – SEAB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWMACK, C. S.; LEATHER, S. R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, London, v. 47, p. 817-844, 2002.

- BASAGLI, M. A. B.; MORAES, J. C.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. E.; GONÇALVES-GERVÁSIO, R. D. C. R. Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 659-663, 2003.
- BENNETT, D. M. An ultrastructural study on the development of silicified tissue in the leaf tip of barley (*Hordeum sativum* Jess). **Annals of Botany**, London, v. 50, p. 229-237, 1982.
- BLACKMAN, R. L. Reproduction, cytogenetics and development. In: MINKS, A. K.; HARREWING, P. **World crop pests aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. cap. 3, p. 163-196.
- CAMARGO, J. M. M.; MORAES, J. C. Efeito da aplicação de ácido silícico em *Pinus taeda* (Pinaceae) na preferência alimentar do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Hemiptera:Aphididae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., 2006, Recife, PE. **Anais... Recife**, 2006. CD-ROM.
- CARVALHO, S. K.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera:Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, p. 505-510, 1999.
- DIXON, A. F. G. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. In: MINKS, A. K.; HARREWING, P. (Eds.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1987. v. 2A, p. 269-287, 450 p.
- DREES, B. M. **Aphid management**. College Station Texas: A & M University, 1993. Disponível em: <<http://entowww.tamu.edu/extension/bulletim/uc/uc-031.html>>. Acesso em: 1 set. 2006.
- GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 305-310, 2002.
- GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behaviour of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera:Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 807-813, Sept./Oct. 2005.
- HAGEN, K. S. et al. The food of insects. In: HUFFAKER, C. B.; RABB, R. L. (Eds.). **Ecological entomology**. New York: J. Wiley & Sons, 1984. p. 79-112.
- HANISCH, H. C. Zun einfluss der stickstoffdungung und vorbeugender spritzung von natronwasser glas zu weizenpflanzen auf deren widerstandsfahigkeit gegen getreideblattlause. **Kali-Driebe**, v. 15, p. 287-296, 1980.
- HODSON, M. J.; SANGSTER, A. G. Mineral deposition in the needles of white spruce [*Picea glauca* (Moench.) Voss]. **Annals of Botany**, London, v. 82, p. 375-385, 1998.
- IEDE, E. T.; LAZZARI, S. M. N.; PENTEADO, S. R. C.; CARVALHO, R. C. Z.; RODRIGUES-TRENTINI, R. F. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae:Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 1998, Recife, PE. **Anais... Recife**, 1998. p. 141.
- LAZZARI, S. M. N.; CARVALHO, R. C. Z. Aphids (Homoptera: Aphididae:Lachninae:Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguacu, PR. **Anais... Foz do iguaçu**, 2000. p. 493.
- LEATHER, S. R. Evidence of ovulation after adult moult in the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 33, p. 348-349, 1983.
- LEATHER, S. R. Oviposition preferences in relation to larval growth rates and survival in the pine beauty moth, *Panolis flammea*. **Ecology Entomology**, London, v. 10, p. 213-217, 1985.
- MARTIN, J. H. The identification of common aphid pest of tropical agriculture. **Tropical Pest Management**, Brisbane, v. 29, p. 395-411, 1983.
- MORAES, J. C.; CARVALHO, S. P. Indução de resistência em plantas de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera:Aphididae) com a aplicação de silício. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1185-1189, nov./dez. 2002.

OTTATI, A. L. T. **Aspectos bioecológicos do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) Hemiptera (Aphididae), em *Pinus spp.* (Pinaceae).** 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2004.

OTTATI, E. L. **Relatório de estágio curricular supervisionado, realizado na Klabin:** fabricante de papel e celulose S/A. 1999. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1999.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo: Manole, 1991. 359 p.

PENTEADO, S. R. C.; TRENTINI, R. F.; IEDE, E. T.; ROCHA FILHO, W. Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus spp.* no Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 55-64, 2000.

ZALESKI, S. R. M. **Biologia, danos e determinação dos limites térmicos para o desenvolvimento de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera:Aphididae) em *Pinus taeda* L. (Pinaceae).** 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.