

ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADA A FATORES DE MOLHABILIDADE DE CALDAS ACARICIDAS COM E SEM ADJUVANTES SOBRE FOLHAS DE LICHIA

Olinto Lasmar¹, Letícia Henrique Azevedo², Marcelo da Costa Ferreira³, Gilberto José de Moraes⁴ & Pedro Takao Yamamoto⁵

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Entomologia Agrícola, Dep. Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil - lasmar84@yahoo.com.br;

²Engenheira Agrônoma, Doutoranda do Programa de Entomologia Agrícola, Dep. Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil - leticiahenrique2806_br@yahoo.com.br;

³Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Dep. Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil - mdacosta@fcav.unesp.br;

⁴Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Dep. Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil - moraesg@usp.br;

⁵Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Dep. Entomologia e Acarologia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil - pedro.yamamoto@usp.br.

Resumo - Para um correto manejo fitossanitário na cultura da lichia (*Litchi chinensis*), são necessárias medidas de alto custo financeiro como podas e pulverizações, principalmente quando se precisa controlar o ácaro *Aceria litchii*, considerado praga chave da cultura no Brasil. Dessa forma, objetivou-se avaliar alguns fatores de molhabilidade a partir de caldas acaricidas com e sem adjuvantes sobre folhas de lichia, no enfoque da análise multivariada. O experimento foi realizado em laboratório do Departamento de Fitossanidade da UNESP de Jaboticabal, em junho de 2012. Fragmentos de folhas (sadias e sintomáticas) de lichia ao ataque do ácaro foram fixados em esticador e levados para um tensiômetro automático, onde através da análise de imagem e utilização de software obteve-se valores de tensão superficial (ts 180) e ângulo de contato de gotas formadas entre as caldas e as superfícies avaliadas (ac fs 180 e ac fd 180) após três minutos da liberação das gotas. Avaliaram-se caldas a partir dos acaricidas Ortus 50 SC, Vertimec 18 CE, Azamax e Kumulus DF com ausência e presença dos adjuvantes LI 700, Agral, TA 35, Veget'oil, Agridex e MSO, mais água como testemunha, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Para tanto, foram utilizados procedimentos estatísticos multivariados de análise de agrupamentos k-médias e componentes principais. A análise multivariada foi eficiente para resumir as informações em relação à molhabilidade das superfícies, promovendo maior facilidade na identificação dos adjuvantes mais eficazes.

Palavras chave: tecnologia de aplicação, *Litchi chinensis*, surfatantes, componente principal.

Introdução

Aceria litchii (Keifer) (Eriophyidae), conhecido como ácaro-da-erínose-da-lichia, é uma das principais pragas da cultura no Brasil e em diversos países como Austrália, China, Havaí, Índia, Paquistão, Tailândia e Taiwan. No Brasil, *A. litchii* foi listada como praga quarentenária A1 em 2007 e atualmente este ácaro já está presente em praticamente toda a região produtora do estado de São Paulo, o qual responde pela maior parte da produção nacional (Raga et al. 2011).

O ácaro-da-erínose-da-lichia atua no bloqueio ou fechamento dos estômatos da planta causados pela erínose (empolamento na face abaxial do limbo foliar), prejudicando o processo de fotossíntese, além de provocar queda de folhas e frutos (Sharma & Thakur, 1992).

Tendo em vista que o controle de *A. litchii* exige medidas de alto custo financeiro, como poda das plantas e pulverização de acaricidas (Raga et al. 2010), faz-se necessário um correto manejo fitossanitário da cultura, sendo que, a utilização de ferramentas como a tecnologia de aplicação pode contribuir para um melhor desempenho quantitativo e qualitativo na produção. Além disso, o controle químico deste ácaro é dificultado pela proteção oferecida pela erínose e o uso de substâncias tais como os adjuvantes nas caldas acaricidas, pode proporcionar melhores coberturas nas folhas, proporcionando o alcance do alvo e conseqüentemente uma maior eficiência de controle.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar alguns fatores de molhabilidade (tensão superficial e ângulo de contato de gotas) a partir de caldas acaricidas com e sem

adjuvantes sobre folhas de lichia (*Litchi chinensis*) sadias e com sintomas de infestação do ácaro-da-erinoze-da-lichia (*Aceria litchii*) no enfoque da análise multivariada.

Material e Métodos

As avaliações da tensão superficial (ts 180) e do ângulo de contato de gotas nas superfícies folha sadia (ac fs 180) e folha sintomática (ac fd 180) foram realizadas em laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia de Aplicação - NEDTA do Departamento de Fitossanidade do Câmpus de Jaboticabal - SP, UNESP, no mês de junho de 2012.

As folhas utilizadas nas avaliações foram coletadas em plantas presentes no próprio câmpus. Em seguida foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm² e para que ficassem sem rugosidade e não comprometessem as avaliações, as folhas foram presas em um esticador.

Os tratamentos constituíram-se de 28 caldas formadas a partir de quatro acaricidas, Ortus 50 SC (fenpiroximato 50 g L⁻¹), Vertimec 18 CE (abamectina 18 g L⁻¹), Azamax (azadiractin 12 g L⁻¹) e Kumulus DF (enxofre 800 g kg⁻¹), com ausência e presença de seis adjuvantes, LI 700 (fosfatidilcolina e ácido propiônico), Agral (alquil fenóis etoxilado), TA 35 (lauril éter sulfato de sódio), Veget'oil (ésteres de ácidos graxos), Agridex (hidrocarbonetos alifáticos) e MSO (éster metílico de origem vegetal), mais água como testemunha. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições, sendo cada uma representada por uma gota ao tempo de 180 segundos da liberação. As dosagens utilizadas nos tratamentos foram as recomendadas pelos fabricantes (Agrofit, 2012) e, além disso, quando verificado a inexistência de recomendações para a cultura da lichia, adotou-se as dosagens para a cultura do citros.

Apesar de relatos de produtores e extensionistas sobre a fitotoxicidade que alguns óleos podem causar na cultura da lichia, este problema não foi considerado no presente estudo, uma vez que se tentou buscar informações básicas sobre aspectos físico-químicos das caldas acaricidas com e sem adjuvantes.

As medições foram realizadas a cada segundo num tempo total de três minutos, através de um tensiômetro automático, modelo OCA 15plus, onde a tensão superficial é determinada pelo método da gota pendente e o ângulo de contato sobre as superfícies (folhas sadias e sintomáticas) pelo método da gota séssil (Barrêto, 2011).

Os dados foram padronizados e submetidos à análise de agrupamento (Sneath & Sokal, 1973) e a análise de componentes principais (Jackson, 1991), para classificar as caldas acaricidas que apresentassem máxima similaridade dentro dos grupos e máxima dissimilaridade entre os grupos, com uso do programa Statistica versão 7.0 (Statsoft., 2004).

Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se um dendrograma da análise de agrupamento com quatro grupos bem definidos. Estes grupos demonstraram discriminação das caldas fitossanitárias, sendo claro a distância entre alguns tratamentos, principalmente para os grupos 1 e 4. Os demais grupos são intermediários, entretanto, também apresentaram diferenças significativas.

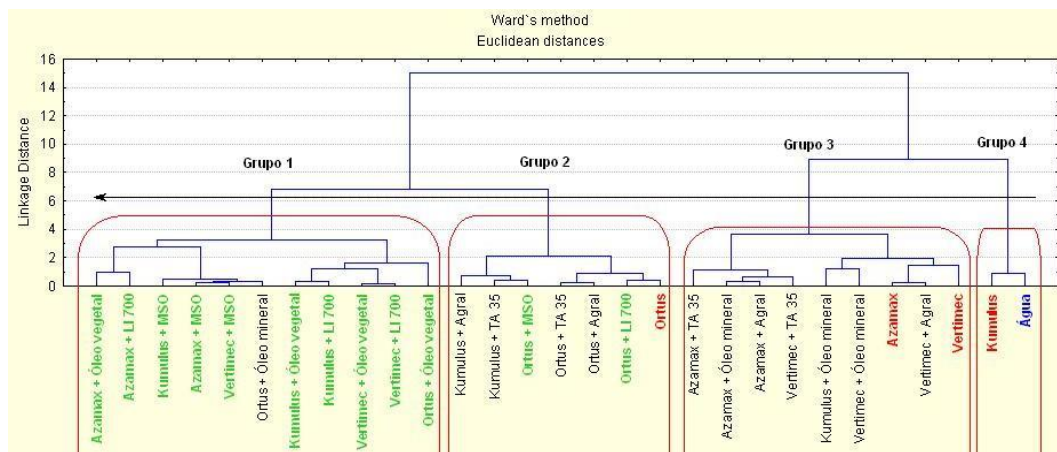


Figura 1. Dendrograma mostrando o agrupamento de tratamentos, com base nos fatores de molhabilidade. Jaboticabal-SP, 2012.

O perfil das médias dos fatores de molhabilidade avaliados (ts 180, ac fs 180 e ac fd 180) em cada um dos quatro grupos são apresentados na Figura 2. Observa-se que a variável que mais contribuiu para a discriminação entre os grupos foi a tensão superficial (ts 180), uma vez que a média do grupo 4 foi significativamente superior aos demais grupos, os quais obtiveram médias mais próximas entre si. A variável ângulo de contato na folha sadia também proporcionou diferenças entre as médias, em especial para os grupos 2 e 3 (Figura 2).

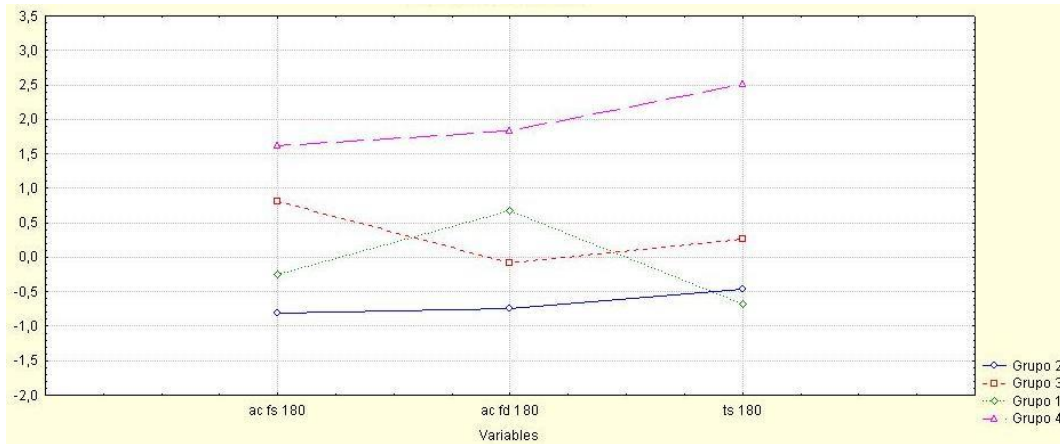


Figura 2. Perfil de médias dos fatores de molhabilidade de cada variável e para os quatro grupos formados pelo método k-médias. Jaboticabal-SP, 2012.

A distribuição das caldas fitossanitárias, de acordo com os dois primeiros componentes principais CP1 e CP2 (Tabela 1, Figura 3), seguiu o mesmo padrão de classificação dos quatro grupos obtidos pela análise de agrupamento (Figura 1), ou seja, identificou os tratamentos (relacionados aos adjuvantes LI 700, MSO e óleo vegetal) com as melhores condições de proporcionar vantagens em relação à molhabilidade de folhas.

Tabela 1. Contribuição de cada fator de molhabilidade em relação aos eixos dos componentes principais 1 e 2. Jaboticabal-SP, 2012.

Fatores (molhabilidade)	CP1	CP2
ts 180	-0,602188	0,318471
ac fs 180	-0,592833	0,435794
ac fd 180	-0,534714	-0,841819

ts 180 (tensão superficial), ac fs 180 (ângulo de contato em folha sadia), ac fd 180 (ângulo de contato em folha com erinose), todos aos 180 segundos da liberação das gotas.

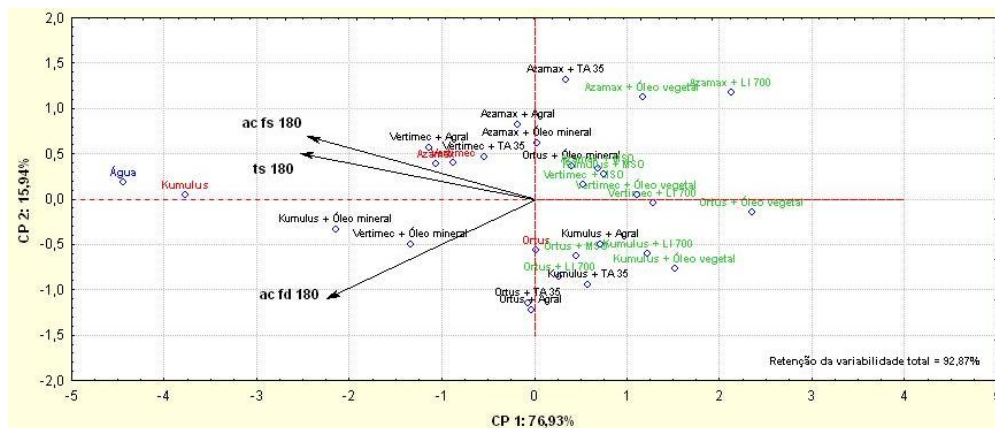


Figura 3. Distribuição dos tratamentos de acordo com os componentes principais 1 e 2 e os vetores das variáveis. Jaboticabal-SP, 2012.

Os valores das correlações entre cada fator e os dois primeiros componentes principais são apresentados na Tabela 1. Verifica-se no CP1 (eixo x), baixo poder discriminatório entre as características tensão superficial, ângulo de contato em folhas sadias e sintomáticas, que

obtiveram correlações de -0,60, -0,59 e -0,53, respectivamente. Este resultado já era esperado, uma vez que os fatores avaliados seguem uma co-relação diretamente proporcional, ou seja, quanto menor é a tensão superficial, menor é o ângulo de contato com a superfície.

Por outro lado, no CP2 (eixo y), o poder discriminatório dos fatores avaliados apresentou correlações de 0,32, 0,44 e -0,84 para ts 180, ac fs 180 e ac fd 180, respectivamente, com valor significativo para ac fd 180 (Tabela 1). Este resultado demonstra que a molhabilidade das caldas numa folha com erinose necessita de uma atenção especial, sendo justificado o uso de alguns adjuvantes. Iost & Raetano (2010), também observaram comportamento semelhante, porém em outras superfícies e concluíram que essa propriedade é dependente das características da superfície das espécies vegetais.

Além disso, a soma da variabilidade retida nos dois componentes explicou 92,87% da variabilidade original, sendo que CP1 e CP2 retêm, cada um, 76,93% e 15,94%, respectivamente (Figura 3).

Portanto, as técnicas multivariadas podem ser incorporadas às demais ferramentas utilizadas em estudos sobre a tecnologia de aplicação, abrindo um leque de opções para pesquisas futuras.

Conclusões

As técnicas multivariadas de agrupamento k-médias e os componentes principais mostraram-se eficientes para a classificação das caldas acaricidas com e sem adjuvantes em grupos, identificando padrões de semelhança, sendo que a variável de maior destaque na separação dos grupos foi a tensão superficial.

Os procedimentos multivariados também foram eficientes para resumir as informações em relação à molhabilidade das superfícies, promovendo maior facilidade na identificação dos adjuvantes mais eficazes.

Referências

- AGROFIT (Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários) 2012. Secretaria de Defesa Agropecuária/ Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília.
- BARRÊTO, A.F. Avaliação de parâmetros da tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem asiática da soja. 2011. 81 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.
- IOST, C.A.R.; RAETANO, C.G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.670-680, jul./ago. 2010.
- JACKSON, J.E. 1991. **A user's guide to principal components**. New York: Wiley, 569p.
- RAGA, A.; MINEIRO, J.L.C.; SATO, M. E.; MORAES, G.J.; FLECTHMANN, C.H.W. Primeiro Relato de *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) em Plantas de Lichia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 628-629, 2010.
- RAGA, A.; MINEIRO, J.L.C.; SILOTO, R.C. Ácaro *Aceria litchii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) nova praga da lichieira no Brasil. Documento Técnico 012 - **Instituto Biológico**, ago. 2011, p.1-9.
- SHARMA, D.D.; THAKUR, A.P. Bioefficacy of eight pesticides against litchi erineum mite (*Aceria litchii*) and its predators. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 62, n.3, p. 240-242, 1992.
- SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. 1973. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman, 573p.
- STATSOFT INC. **Statistica**: data analysis software system, version 7. Tulsa, 2004. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 06 mar. 2012.