

43 - GESTÃO DAS INVASORAS LENHOSAS *HAKEA SALICIFOLIA* E *HAKEA SERICEA*

C. Pepo¹, P. Forte¹, G. Teixeira² e A. Monteiro¹

¹Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.

E-mail: anamonteiro@isa.utl.pt

²Universidade de Lisboa, Faculdade de Farmácia, Centro de Biologia Ambiental, Av. Prof. Gama Pinto, 1649-003 Lisboa, Portugal.

E-mail: gteixeira@ff.ul.pt

Resumo: *Hakea salicifolia* e *Hakea sericea* são duas espécies invasoras em Portugal. Neste trabalho estudou-se a morfoanatomia de folhas jovens e adultas nos dois taxa e a sua possível implicação no controlo químico. Plantas jovens de ambas as espécies foram sujeitas a pulverizações foliares com glifosato e adição de adjuvantes. Em *H. salicifolia* doses superiores a 0,1 g L⁻¹ de glifosato foram 100% eficazes. Em *H. sericea* 100% de eficácia foi obtida com doses de 15 g L⁻¹ de glifosato. Plantas adultas de *H. salicifolia* pinceladas após corte do tronco com 10,0 g L⁻¹ de glifosato apresentaram uma mortalidade de 100%. Observações em microscopia óptica e electrónica de varrimento mostraram diferenças morfológicas e anatómicas entre as folhas das duas espécies, apresentando ambas adaptações funcionais e estruturais, como o índice estomático (6,8 e 2,4 em folhas jovens de *H. salicifolia* e *H. sericea*, respectivamente) e a espessura da cutícula (3,9 e 15 µm, em folhas jovens de *H. salicifolia* e *H. sericea*, respectivamente) que poderão explicar a elevada susceptibilidade ao glifosato verificada em *H. salicifolia* relativamente à espécie *H. sericea*.

Palavras-chave: cutícula, anatomia foliar, controlo químico, glifosato.

INTRODUÇÃO

Hakea salicifolia Schrad. e *H. sericea* (Vent.) B.L. Burtt pertencem à família das Proteáceas e são consideradas invasoras (DL n.º 565/99 de 21 de Dezembro). As duas espécies foram introduzidas em Portugal para fins ornamentais e formação de sebes, principalmente no litoral (ESPÍRITO-SANTO e ARSÉNIO, 1999, MARCHANTE *et al.*, 2005).

Os impactes ambientais negativos que estas espécies provocam em diversas partes do mundo originaram estudos conducentes à sua gestão, designadamente por recurso a métodos biológicos (SOUSA *et al.*, 2004) físicos (fogo e arranque das plantas) e químicos. DONALD e NEL (1989) utilizaram o herbicida triclopir em pulverização, para controlar *H. sericea*, em diferentes estados fenológicos. O mesmo herbicida também tem sido referido como eficaz contra outras espécies lenhosas (SANTOS e MONTEIRO, 2007).

A micromorfologia foliar adquire especial importância no entendimento das respostas de absorção de produtos fitofarmacêuticos e o seu conhecimento pode ainda permitir o estabelecimento de diferentes programas de aplicação destes produtos. Características anatómicas foliares, como a densidade estomática, a espessura da cutícula e do mesófilo, ajudam a compreender o perfil funcional das plantas e são importantes para a compreensão da absorção de herbicidas. Geralmente a acção fitotóxica dos herbicidas depende de constituintes da calda de pulverização e de adjuvantes, que,

embora não façam parte da substância activa, melhoram a sua eficácia (HARKER, 1992). A área de contacto entre a gotícula da calda pulverizada e a superfície da cutícula limita a difusão da calda e todos os aspectos das superfícies foliares influenciam a penetração do herbicida. Em função do exposto, várias questões se colocam quanto à gestão destas invasoras lenhosas: i) qual o método de gestão químico mais indicado para áreas protegidas ou naturais? ii) qual a importância da adição de adjuvantes à calda de pulverização na eficácia do herbicida? iii) em que medida a eficácia do herbicida seleccionado pode ser afectada pelas características morfoanatómicas da folha?

MATERIAL E MÉTODOS

Nos estudos morfoanatómicos de folhas de *H. salicifolia* e de *H. sericea*, utilizaram-se folhas jovens e adultas, com cerca de dois anos de idade, colhidas em populações naturais. O material vegetal foi sujeito aos procedimentos habituais (HAYAT, 1981; RUZIN, 1999). Foi calculado o índice estomático (SALISBURY, 1927) e a espessura do mesófilo e da cutícula. Os dados foram sujeitos a análise de variância e a comparação de médias foi feita pelo teste da mínima diferença significativa, para um nível de probabilidade de 0,05.

Avaliou-se a eficácia do herbicida sistémico glifosato (Ronagro®, 360 g s. a. L-1, SL Agroquisa, Lisboa, Portugal), só ou combinado com dois adjuvantes, 0,1 % do molhante (Silwet L-77®) ou 2,0% de gasóleo. Cada tratamento foi repetido três vezes. O controlo químico de *H. salicifolia* realizou-se, no Perímetro Florestal da Serra de Sintra, no local denominado Pedra Amarela, a uma altitude de 300 m e um declive de 32,5%. Seleccionaram-se parcelas, com pelo menos 10 plantas jovens, até 50 cm de altura. A 12 de Julho de 2007, aplicaram-se as concentrações 0,0; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0 g s.a. L⁻¹. Idênticos ensaios com *H. sericea* foram realizados na área florestal do concelho de Pedrógão Grande, num local devastado por um incêndio no Verão de 2005, a uma altitude de 218 m e um de declive de 40%. Seleccionaram-se parcelas com cerca de 450 plantas cada. A 31 de Maio de 2007 procedeu-se à aplicação de 0,0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 e 40,0 g s.a. L⁻¹ de glifosato com ou sem adjuvantes. Todas as aplicações foram efectuadas, com um pulverizador de dorso com um débito de 750 L ha⁻¹, sob a pressão de 200 kPa. A eficácia foi estimada visualmente, em percentagem, 3 e 6 meses após a aplicação do herbicida. Os dados dos ensaios de controlo químico foram sujeitos ao seguinte modelo logístico: $Y=C+((D-C)/(1+\exp[2b(\log(ED_{50})-\log(z))])$ (MATHIASSEN & KUDSK, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie *H. salicifolia* apresenta uma morfologia e uma anatomia foliar típica de eudicotiledónea, enquanto *H. sericea* apresenta folhas aciculares com feixes vasculares dispersos. Ambas as espécies possuem estomas profundos e antecédidos por uma câmara pré-estomática cuja abertura é rodeada por espessamentos cuticulares, apresentando no entanto diferenças consideráveis quanto ao espessamento da cutícula e ao índice estomático, quer em folhas jovens quer em folhas adultas (Quadro 1).

Quadro 1. Parâmetros morfoanatómicos medidos em folhas de *H. salicifolia* e *H. sericea*.

Características anatómicas	<i>Hakea salicifolia</i>		<i>Hakea sericea</i>	
	Folha jovem	Folha adulta	Folha jovem	Folha adulta
Espessura total da folha (µm)	196(36)	405(45)	-	-
Diâmetro total da folha (µm)	-	-	1280(260)	1950(130)
Espessura cutícula (µm)	3,9(1,3)	11,5(6,5)	15(3,0)	25(5,0)
Índice estomático	6,8(1,0)	7,9(1,3)	2,4(0,8)	3,5(0,7)

Erro padrão da média entre parêntesis

O Quadro 2 apresenta os valores de ED₉₀ (g s.a. L⁻¹ de glifosato) relativos ao controlo químico de *H. salicifolia* e *H. sericea*. Verifica-se que os valores de ED₉₀ para *H. salicifolia* não são significativamente diferentes entre si, indicando que a adição dos adjuvantes não foi efectiva no aumento da eficácia nestes ensaios. A partir de 1 g s.a. de glifosato L⁻¹ de calda, as pulverizações foliares foram 100% eficazes, mas concentrações inferiores a 0,5 g s.a. de glifosato L⁻¹ são inefectivas no controlo químico desta espécie.

Em *H. sericea* os valores de ED₉₀ são significativamente diferentes. A partir de 15 g s.a. L⁻¹ de glifosato, sozinho ou com a adição de 0,1% de molhante, as pulverizações foliares foram 100% eficazes. A adição de gasóleo (2%) aumentou significativamente a eficácia do glifosato na avaliação efectuada 6 maa, observando-se cerca de 90 % de eficácia na dose de 10 g de glifosato L⁻¹ em mistura com os 2% de gasóleo. A quantidade de molhante adicionada à calda não apresentou uma mais valia no incremento da eficácia em espécies daquele género.

Quadro 2. ED₉₀ (g s.a. L⁻¹) estimado a partir da análise de regressão não-linear quanto à susceptibilidade de *H. salicifolia* e *H. sericea* à pulverização foliar de glifosato, só ou em mistura com adjuvantes, três e seis meses após a aplicação.

Modalidade	maa	<i>H. salicifolia</i>	<i>H. sericea</i>
		ED ₉₀ (g s.a. L ⁻¹)	
glifosato	3	0,9 (0,85-0,91)	14,5 (13,52-15,49)
	6	0,6 (0,60-0,64)	11,7 (10,22-13,16)
glifosato + 0,1% molhante	3	0,9 (0,88-0,98)	12,0 (11,11-12,94)
	6	0,7 (0,69-0,78)	13,0 (11,92-14,06)
glifosato + 2,0% gasóleo	3	0,9 (0,87-0,94)	9,3 (9,08-9,54)
	6	0,7 (0,67-0,70)	7,5 (7,01-7,91)

O intervalo de confiança para uma probabilidade de 95% está entre parêntesis; maa – meses após a aplicação.

CONCLUSÕES

A alteração da anatomia folhear nas duas espécies em estudo, designadamente o aumento da espessura da cutícula com a idade, aconselha a aplicação do glifosato no estado juvenil. As doses de glifosato encontradas para obter uma boa eficácia, de acordo com o estudo efectuado, foram 0,1 g L⁻¹ e 15 g L⁻¹ para *H. salicifolia* e *H. sericea*, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se o apoio concedido pela empresa Agroquisa Agroquímicos S.A., ao facultar os produtos fitofarmacêuticos utilizados neste trabalho, à Câmara Municipal de Pedrógão Grande e ao Núcleo Florestal do Perímetro Florestal da Serra de Sintra pelo apoio logístico.

BIBLIOGRAFIA

DONALD, D.G.M.; NEL, F.P. (1989). Chemical control of *Hakea sericea* and *Hakea gibbosa* seedlings. *Applied Plant Science*, 3,107-109.

- ESPÍRITO SANTO, M.D.; ARSÉNIO, P. (1999). O género *Hakea* Schrad. em Portugal, 1º Encontro sobre Invasoras Lenhosas, 16 a 18 de Novembro de 1999, Gerês – Auditório do Centro de Animação Termal, 58-65.
- HARKER, K.N. (1992). Effects of various adjuvants on sethoxydim activity. *Weed Technology*, **6**, 865-870.
- HAYAT, M. (1981). *Principles and techniques of electron microscopy*. Biological applications. 2nd Edition. Edward Arnold Publishers, Ltd. London.
- MARCHANTE, E.; MARCHANTE, H.; CARVALHO, V.; TAVARES, J. (2005). Plantas invasoras em Portugal, Projecto INVADER (POCTI/BSE/42335/2001), Instituto do Mar, Departamento Botânica, Universidade de Coimbra, DCEA, Escola Superior Agrária de Coimbra.
- RUZIN, S. (1999) *Plant microtechnique and microscopy*. Oxford University Press.
- SALISBURY, E. (1927). On the causes and ecological of stomatal frequency with special reference to the woodland flora. *Philos. Trans. R. Soc. B*. 216: 1-65
- SANTOS, A. R. & MONTEIRO, A. (2007). Controlo de Invasoras Lenhosas no Parque Ecológico do Funchal. *Silva Lusitana*, **15**, 249–255.
- SOUSA, M.F.; TAVARES, R.M.; GERÓS, H.; LINO-NETO, T. (2004). First report of *Hakea sericea* leaf infection caused by *Pestalotiopsis funerea* in Portugal. *Plant Pathology*, **53**(4): 535.

Summary: Management of the invasive species *Hakea salicifolia* and *Hakea sericea*.

Hakea salicifolia and *H. sericea* are seriously invasive species in the Portuguese mainland. In this work leaf morphoanatomy implications on glyphosate efficacy were studied. In order to explore means of chemical control, young plants of both species were sprayed with glyphosate and adjuvants. 100% efficacy was seen with a concentration of 0.1 g L⁻¹ for *H. salicifolia* and 15 g L⁻¹ for *H. sericea*. Direct application in aged cut stems of 10.0 g L⁻¹ glyphosate also showed 100% efficacy in *H. salicifolia*. In this work leaf morphoanatomy was studied using light and scanning electron microscopy. Both species showed functional and structural adaptations like the stomatal index (6.8 and 2.4 in young leaves of *H. salicifolia* and *H. sericea*, respectively) and the cuticle thickness (3.9 e 15 µm, in young leaves of *H. salicifolia* and *H. sericea*, respectively) and that could explain the results in *H. sericea* and the high glyphosate susceptibility observed in *H. salicifolia*.

Key words: cuticle, leaf anatomy, chemical control, glyphosate.