

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE DUAS ESPÉCIES DE *Salix* COM VISTAS À ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES FLUVIAIS¹

ROOTING STICKS OF TWO SPECIES OF *Salix* IN VIEWS OF PROTETION OF THE BANKS OF RIVERS

Suzana Ferreira da Rosa² Miguel Antão Durlo³

RESUMO

O presente estudo tem o objetivo de verificar a aptidão biotécnica de duas espécies de *Salix* (Vime-amarelo e Vime-vermelho) em obras de bioengenharia, por meio da análise do enraizamento e da época de coleta de estacas. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, com coletas mensais de material vegetativo, durante um ano. As estacas, com 40 cm de comprimento e diâmetro variável, foram mantidas em água durante 60 dias para a contagem do número e medição do comprimento das raízes emitidas. A maior produção de raízes para as duas espécies ocorreu nos meses de março e abril. O período em que houve a menor emissão de raízes foi o do verão, especialmente para as estacas coletadas em dezembro. Para essa coleta, não foi observado emissão de raízes no decurso de dois meses de observação. O Vime-amarelo produziu raízes maiores e mais numerosas que o Vime-vermelho, na maioria dos meses de coletas. O diâmetro da estaca influenciou significativamente a produção de raízes de ambas as espécies, em diversos meses de coleta. O resultado do estudo permite concluir, ainda, que as duas espécies de *Salix* apresentam boa aptidão biotécnica para trabalhos de bioengenharia.

Palavras-chave: bioengenharia de solos; aptidão biotécnica, vime.

ABSTRACT

This study aims to determine biotechnique aptitude of two species of *Salix* (Wicker-yellow and Wicker-red) in works of bioengineering, by examining the rooting and the time of collect of sticks. The experiment was conducted at Federal University of Santa Maria, with monthly collects of vegetative material, for one year. The stakes, with 40 cm long and variable diameter, were kept in water for 60 days for counting the number and measuring the length of the roots issued. The biggest production of roots for the two species occurred in March and April. In summer, it was more difficult to issue roots, especially for sticks collected in December. For this collect, it was not observed issuing of roots in the period of two months of observation. The Wicker-yellow produced roots bigger than red-Osier, in mostly months of collect. The diameter of the sticks influenced significantly production roots of both species, in several months of collect. This study also shows that the two species of *Salix* have good biotechnique aptitude to bioengineering works.

Keywords: soil bioengineering; biotechnique aptitude; wicker.

INTRODUÇÃO

A paisagem está em constante remodelação, em razão dos diversos processos geomorfológicos endógenos e exógenos. Ao primeiro grupo pertencem os movimentos crustais ocasionados em especial por arqueamentos, terremotos e vulcões. No segundo grupo, enquadram-se os fatores processuais climáticos como o intemperismo e a erosão, influenciados pelo solo e vegetação, tendo como principais agentes transformadores do relevo a água, o vento, a temperatura e suas interações. A água é o principal agente de transformação da paisagem, modelando o relevo e controlando tanto a formação como o comportamento mecânico dos mantos de solo e rochas (NETTO, 2005). Tais processos geomorfológicos, em constante ação, podem causar manifestações indesejáveis, ocasionando a degradação do meio ambiente, quer pela erosão de encostas e de margens de cursos de água, quer pelo assoreamento pernicioso de áreas economicamente aproveitáveis. Para a solução desses efeitos indesejáveis, pode-se lançar mão de técnicas de bioengenharia, capazes de eliminar ou, pelo menos, minimizar os problemas e proporcionando maior estabilização do local.

1. Trabalho desenvolvido com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).
2. Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). suzanafdr@yahoo.com.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). migueldurlo@smail.ufsm.br

Recebido para publicação em 22/08/2008 e aceito em 20/03/2009.

A bioengenharia, também conhecida como engenharia biotécnica e bioengenharia de solos, pressupõe o conhecimento de características biológicas da vegetação e da sua capacidade para a solução de problemas de estabilização de margens de cursos de água e encostas. Tal conhecimento permite o emprego da vegetação para o desempenho dos papéis estéticos, ecológicos, econômicos e, sobretudo, estruturais, em obras de grande simplicidade e de diferentes conformações, com vistas à estabilização e recomposição de áreas problemáticas (DURLO e SUTILI, 2005).

As plantas a serem utilizadas em obras de bioengenharia devem suportar situações bastante adversas e, além disso, resolver o problema técnico existente. São desejáveis características como a possibilidade de reprodução vegetativa, o enraizamento denso e profundo e a capacidade de suportar condições de submersão ou exposição parcial das raízes por períodos relativamente longos (DURLO e SUTILI, 2003).

A capacidade de reprodução vegetativa (enraizamento e brotação de estacas) é uma das principais e, por vezes, indispensáveis características da vegetação, para a realização de muitas obras de bioengenharia. A proteção física imediata conferida aos taludes em diversos tipos de tratamento, como esteira viva, tranças vivas, cilindros vivos e paredes Krainer, não pode prescindir por muito tempo da proteção biológica, proporcionada pelo enraizamento, ramagem e folhagem, decorrentes da capacidade de reprodução vegetativa.

No Rio Grande do Sul, encontram-se vários cursos de água em grande e perigoso processo erosivo. Por outro lado, o Estado apresenta diversas espécies reófilas, de grande abundância e fácil colheita, que aparentam possuir boas características biotécnicas de desenvolvimento. Nesse contexto, o objetivo do estudo é verificar a capacidade de enraizamento de duas espécies ou variedades de *Salix* (botanicamente ainda não identificadas), conhecidas regionalmente por Vime-amarelo e Vime-vermelho, para estabilização de taludes fluviais, além de determinar a melhor época do ano para seu emprego em trabalhos de bioengenharia.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Silvicultura da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Santa Maria, RS. Santa Maria pertence à região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, situando-se sob coordenadas geográficas de 29° 41' S e 53° 42' O, a uma altitude média de 140 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa 2 – subtropical, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com temperatura do mês mais frio variando entre 3° e 18°C, temperatura do mês mais quente superior a 22°C, temperatura média anual superior a 18°C, e precipitação anual de 1770 mm (MORENO, 1961). A variação de temperatura decorrida no período de execução do experimento pode ser verificada na Figura 1.

O material vegetativo foi coletado na região de Santa Maria e na Quarta Colônia de Imigração Italiana. Para a realização do experimento foram utilizadas duas espécies (ou variedades) de *Salix*, as quais foram submetidas ao enraizamento, em baldes com água. A quantidade de água contida nos baldes era proveniente de poço artesiano e recobria metade do comprimento de cada estaca, sem nenhum tipo de tratamento, como fertilizantes ou hormônios vegetais.

Como as espécies ainda não foram identificadas botanicamente, foram denominadas de Vime-amarelo e Vime-vermelho, conforme conhecidas na região. As plantas são bastante semelhantes, embora apresentem fortes diferenças fisiológicas, comportamentais e visuais como, por exemplo, a maior perda de folhas no inverno pelo Vime-vermelho, a maior flexibilidade dos galhos para o Vime-amarelo e a coloração vermelha ou amarela da casca, da qual surgiu a denominação popular das plantas.

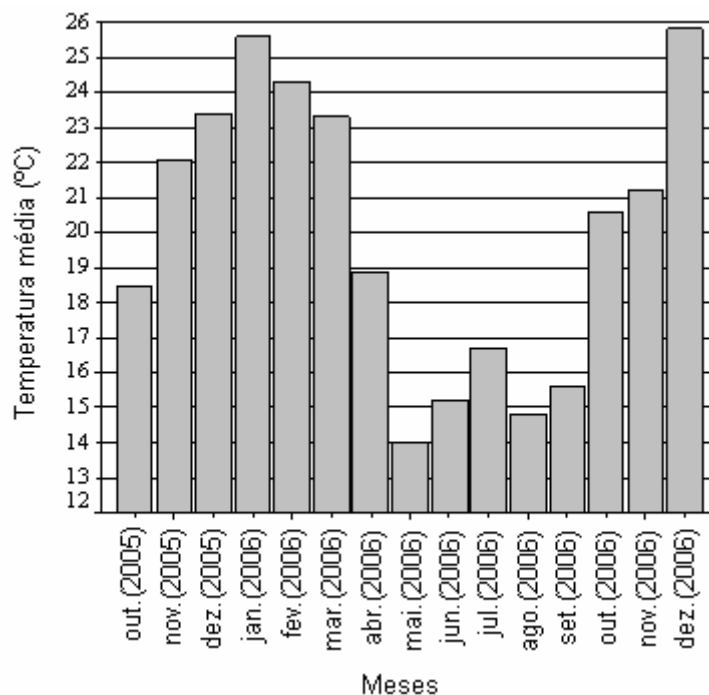


FIGURA 1: Temperaturas médias mensais (10.2005 a 12.2006). Estação Meteorológica de Santa Maria.
 FIGURE 1: Monthly average temperature (10.2005 to 12.2006). Santa Maria Meteorologic Station.

O experimento foi realizado em esquema inteiramente casualizado, com 30 repetições (estacas). Durante um ano (outubro de 2005 a outubro de 2006), a cada mês, foram coletados trinta exemplares de cada espécie. As estacas foram retiradas de plantas em boas condições fitossanitárias e que não estivessem sendo submetidas a nenhum tipo de estresse. Utilizaram-se estacas caulinares com 40 centímetros de comprimento, abrangendo uma grande amplitude e fazendo parte de toda a extensão do ramo.

Após 60 dias de imersão das estacas em água foi realizada a contagem do número e medições do comprimento das raízes.

Como variáveis para avaliar a capacidade de enraizamento utilizou-se a porcentagem de estacas enraizadas, o número de raízes e a soma do comprimento de raízes por estaca. Segundo Vargas (2007), a média do comprimento não é boa variável para caracterizar biotecnicamente as plantas, como apresentado na Figura 2. Assim, a variável usada foi obtida somando todos os comprimentos de raízes primárias de cada estaca.

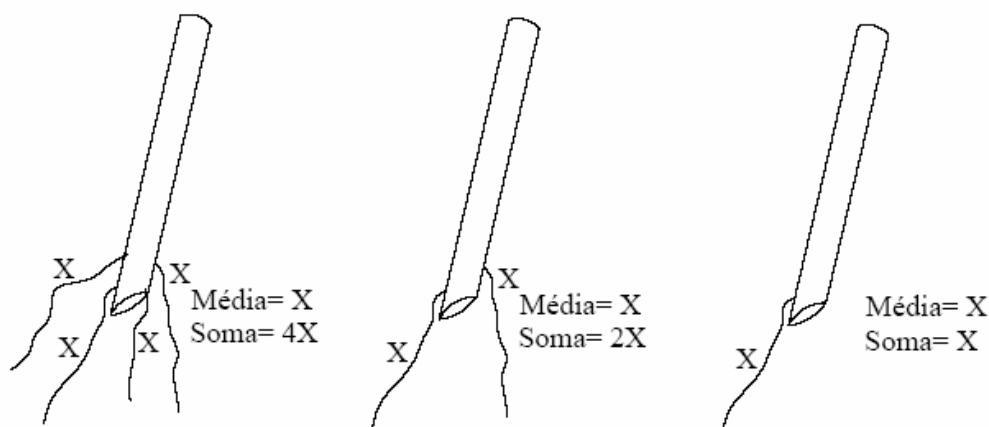


FIGURA 2: Discrepância entre média e soma do comprimento de raízes.
 FIGURE 2: Discrepancy between average and total roots length.

Depois de obtidas as somas (Microsoft Office Excel, 2003), calculou-se a média das variáveis, por meio de estatística descritiva, pelo programa estatístico SPSS 8.0 for Windows. A porcentagem de enraizamento foi submetida ao Teste T para verificar se havia diferença entre as espécies em cada mês de coleta. Foi realizada análise de correlação para verificar a influência do diâmetro da estaca no número e comprimento de raízes. Esses testes também foram realizados utilizando o SPSS 8.0 for Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização biotécnica das espécies pode ser avaliada por meios da porcentagem de enraizamento (Tabela 1).

Observando-se a média anual de enraizamento, o Vime amarelo supera, significativamente, o Vime-vermelho. Estudando a macropropagação de 12 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista, com o objetivo de investigar o potencial de propagação vegetativa de algumas espécies florestais ameaçadas de extinção, Inoue e Putton (2007) observaram porcentagens de enraizamento variando de 0 a 54,5% para as diferentes espécies estudadas. Os autores reconhecem, entretanto, que a capacidade natural de propagação vegetativa de plantas lenhosas é variada, o que não permite comparações sobre o potencial de propagação assexuada das diferentes espécies.

Na tabela 1, observa-se também a porcentagem de estacas enraizadas após 60 dias de instalação do experimento, para os diferentes meses de coleta. Para o Vime-amarelo, não é possível detectar uma época específica, em que ocorreu o maior surgimento de raízes, havendo emissão de raízes durante todos os meses do ano, excetuando-se o mês de dezembro. Tal comportamento, o distingue como uma boa espécie para emprego em obras de bioengenharia, praticamente durante o ano inteiro.

TABELA 1: Porcentagem de estacas de *Salix spp* enraizadas após 60 dias (10.2005 a 9.2006).

TABLE 1: Percentage of rooted sticks of *Salix spp* after 60days (10.2005 to 9 2006).

Mês de coleta	Estacas enraizadas (%)	
	Vime-amarelo	Vime-vermelho
Outubro (2005)	96,7*	73,3
Novembro (2005)	70,0*	06,7
Dezembro (2005)	00,0	00,0
Janeiro (2006)	96,7*	10,0
Fevereiro (2006)	56,7*	10,0
Março (2006)	93,3	96,7
Abril (2006)	80,0	100,0*
Mai (2006)	86,7*	40,0
Junho (2006)	100,0*	76,7
Julho (2006)	93,3	96,7
Agosto (2006)	56,7	100,0*
Setembro (2006)	76,7	86,7
Média	75,6*	58,1

Em que: *Diferença significativa entre espécies no mês de coleta pelo Teste T a 5% de probabilidade de erro.

O Vime-vermelho demonstrou ser mais influenciado pela época de coleta, sendo o verão um período nitidamente desfavorável ao seu uso em obras de bioengenharia. Em relação à melhor época de coleta, o Vime-vermelho apresentou um comportamento bimodal, demonstrando alta porcentagem de enraizamento no início do outono (março e abril) e no final do inverno (julho e agosto).

Provavelmente, o baixo percentual de estacas enraizadas no verão está relacionado com as elevadas temperaturas observadas neste período (Figura 1).

O número de raízes produzidas aos 60 dias, para cada espécie e mês de coleta, pode ser observado por meio da Figura 3.

Pode-se notar que a maior emissão de raízes, para as duas espécies, ocorreu para as estacas coletadas em março. Verifica-se também, na mesma Figura 3, que o Vime-amarelo emitiu maior quantidade de raízes que o Vime-vermelho, em quase-todos os meses de coleta.

O período em que houve a menor produção de raízes foi o do verão, especialmente para as coletas

realizadas em novembro e dezembro. Como se observa na Figura 3, as estacas coletadas no mês de dezembro não produziram raízes e as realizadas em novembro produziram quantidade praticamente insignificante.

Por meio do “box-plot”, (Figura 4), observa-se a diferença na emissão de raízes pelas duas espécies considerando, simultaneamente, todo o período estudado. Observando a Figura 4, vê-se que o Vime-amarelo emitiu maior número médio de raízes que o Vime-vermelho.

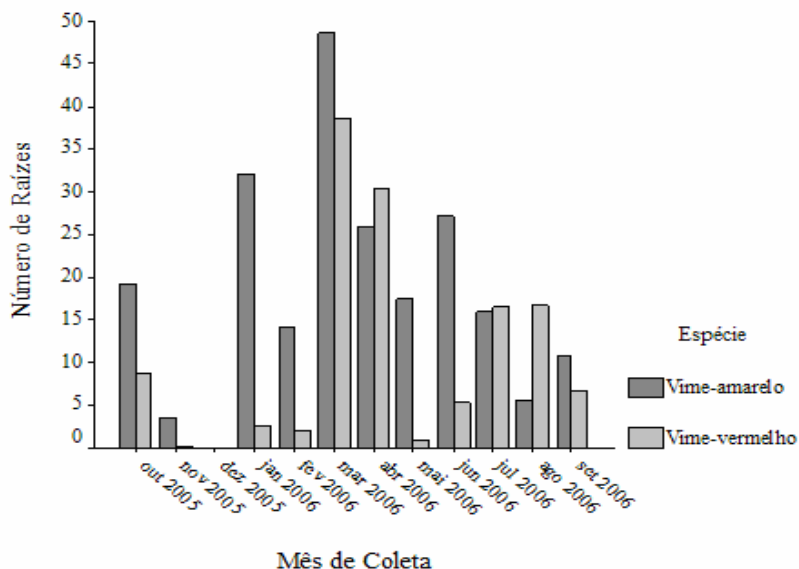


FIGURA 3: Número médio de raízes para Vime-amarelo e Vime-vermelho (10.2006 a 9.2006).
 FIGURE 3: Average number of roots to yellow wicker and red wicker (10.2006 to 9.2006).

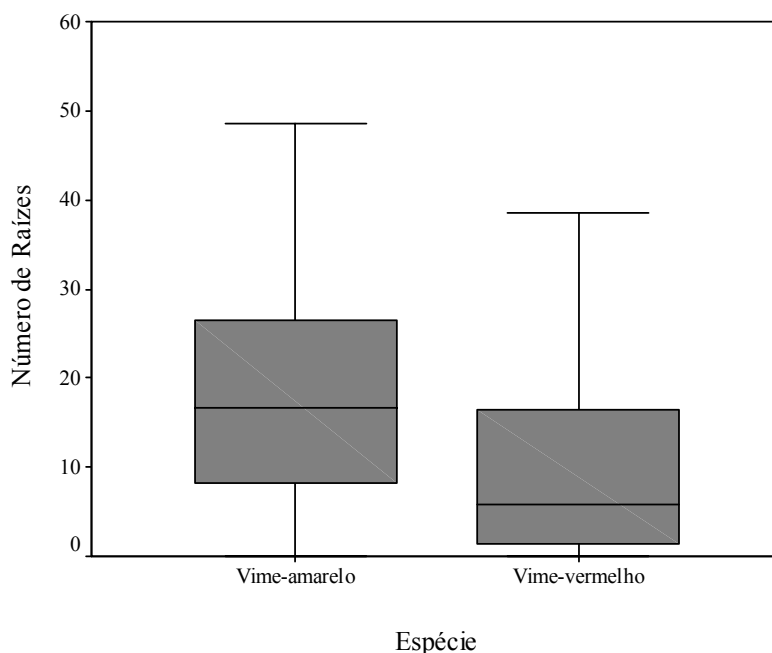


FIGURA 4: Número de raízes de Vime-amarelo e Vime-vermelho (10.2006 a 9.2006).
 FIGURE 4: Roots number of yellow wicker and red wicker (10.2006 to 9.2006).

A soma do comprimento de raízes alcançado pelas espécies em estudo está representada na Figura 5.

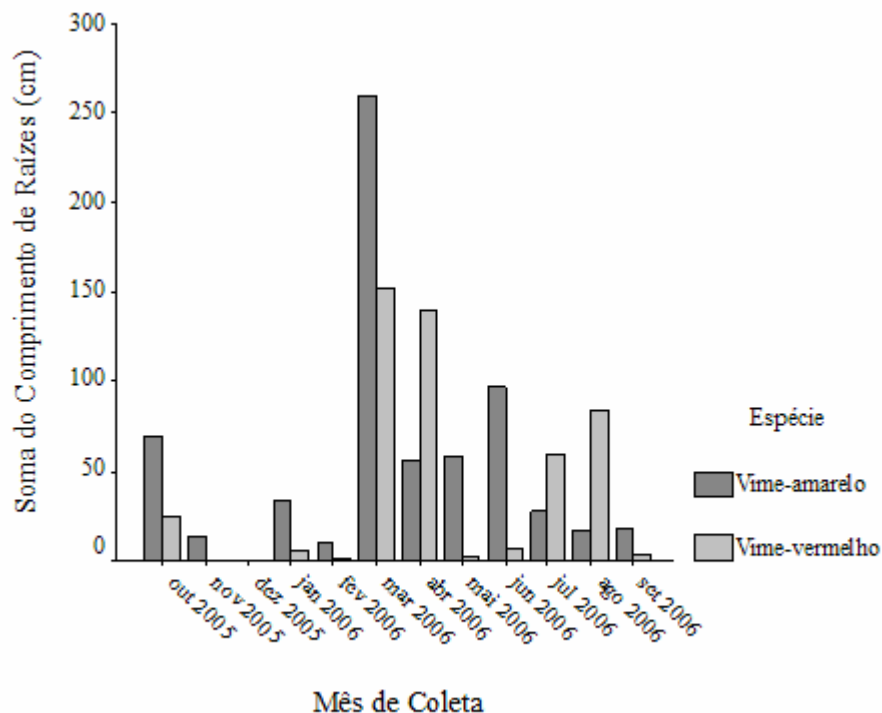


FIGURA 5: Soma do comprimento de raízes de Vime-amarelo e Vime-vermelho. (10.2005 a 9.2006).
 FIGURE 5: Total roots length of yellow wicker and red wicker. (10.2005 to 9.2006).

A soma do comprimento das raízes variou de zero (Dezembro) a mais de 250 cm (Março: Vime amarelo). Analisando o comportamento de estacas de *Salix x rubens* coletadas mês a mês e mantidas em água por três meses, Suttili (2007) observou uma soma do comprimento de raízes no outono (abril a junho) de aproximadamente 290 cm, no inverno (julho a setembro) de 125 cm, na primavera (outubro a dezembro) de 290 cm e no verão (janeiro a março) de 150 cm. Em comparação com o presente estudo, a melhor época de coleta ocorreu no mesmo período, o outono. Para Suttili (2007), a pior época de coleta ocorreu no inverno, fato que não pode ser constatado nas espécies eleitas para o presente estudo.

Como se pode observar, para ambas as espécies, as estacas coletadas nos meses de março e abril demonstraram maior soma do comprimento de raízes. Ao comparar as Figuras 3 e 5, nota-se que, para o período em que ocorreu a maior produção em número de raízes, também verificou-se a maior soma do comprimento de raízes. O Vime-vermelho coletado em fevereiro produziu boa quantidade de raízes (aproximadamente 15 raízes por estaca), porém ao analisar a soma do comprimento de raízes este valor é baixo. Isso significa que neste mês de coleta, houve produção de grande número de raízes curtas o que, biotecnicamente, não é muito interessante, visto que, para a bioengenharia, além da quantidade de raízes, se almeja que estas sejam longas para proporcionar ancoramento físico ao solo do talude em tratamento.

Comparando a diferença entre o comportamento das duas espécies por meio de “box-plot” (Figura 6), observa-se que o Vime-amarelo, em média, apresentou maior soma do comprimento de raízes que o Vime-vermelho. O “box-plot” mostra também que o Vime-vermelho apresentou grande dispersão na soma do comprimento das raízes. Também se observa, para o Vime-amarelo, um ponto indicando a soma do comprimento de raízes acima de 250 cm (Figura 6), o qual representa a coleta do mês de março, no qual se verificou uma soma do comprimento de raízes bem superior às demais coletas.

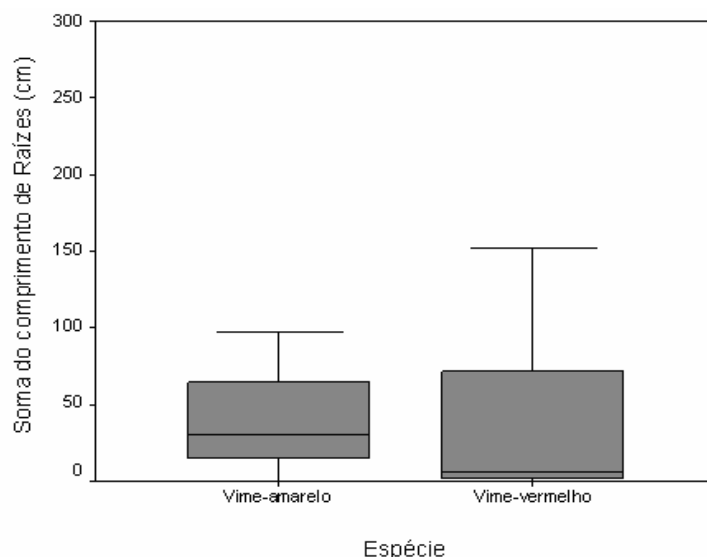


FIGURA 6: Soma do comprimento de raízes de Vime-amarelo e Vime-vermelho (10.2006 a 9.2006).
 FIGURE 6: Total roots length of yellow wicker and red wicker (10.2006 to 9.2006).

O diâmetro da estaca influenciou significativamente no número e no comprimento de raízes das espécies em estudo, em vários meses de coletas (Tabela 2), em contraste com outros trabalhos que não conseguiram constatar tal correlação.

Estudando características biotécnicas de *Phyllanthus sellowianus*, *Salix x rubens* e *Sebastiania schottiana*, Vargas (2007) não observou correlações positivas entre o diâmetro da estaca na produção de brotos e raízes, sugerindo que essa relação também dependerá da espécie, além da idade do material vegetativo empregado. Nesse sentido, cabe ressaltar que, no presente estudo, as estacas foram coletadas sem considerar a idade dos ramos.

Em trabalho realizado por Hoppe *et al.* (1999) com o objetivo de verificar a influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento de brotos de *Platanus x acerifolia*, verificou-se que o diâmetro da estaca influenciou o desenvolvimento de brotos, sendo que o melhor crescimento em altura foi constatado para estacas com diâmetros entre 1 e 2 cm.

TABELA 2: Coeficientes de correlação de Pearson entre o diâmetro da estaca e o número e soma do comprimento de raízes.

TABLE 2: Correlation coefficient of Pearson among the diameter of the stake and roots number and roots length total.

Mês de medição dos diâmetro das estacas	Vime-amarelo		Vime-vermelho	
	Número de Raízes	Soma do comprimento de Raízes (cm)	Número de Raízes	Soma do comprimento de Raízes (cm)
Outubro	0,511**	0,480**	0,562**	0,506**
Novembro	0,145	0,153	-0,045	-0,048
Dezembro	-	-	-	-
Janeiro	-0,05	-0,072	-0,042	-0,037
Fevereiro	0,039	0,125	-0,092	-0,077
Março	0,788**	0,857**	0,419*	0,584**
Abril	0,293	0,411*	0,636**	0,112
Maiο	0,398*	0,513**	0,266	0,221
Junho	0,633**	0,657**	-0,223	-0,140
Julho	0,199	0,160	0,782**	0,769**
Agosto	0,437*	0,491**	0,336	0,361
Setembro	0,147	0,158	0,494**	0,586**

Em que: * = Correlação significativa ao nível de 5%; ** = Correlação significativa ao nível de 1%.

A influência do diâmetro de estacas na produção de raízes também foi investigada por Dias *et al.* (1999) em estudo sobre o enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus x acerifolia*. Os autores verificaram que as estacas mais grossas emitiram maior número de raízes por estaca e apresentavam maior comprimento médio de raízes.

De certa forma, para a bioengenharia, a falta de correlação entre o diâmetro da estaca e a produção de raízes pode ser considerada benéfica. Nos trabalhos práticos, muitos métodos preconizam o uso dos ramos com todo seu comprimento, a não correlação entre o diâmetro e a produção de raízes indica que ramos de qualquer diâmetro enraízam da mesma forma e podem proporcionar o mesmo efeito na estabilização de taludes.

CONCLUSÕES

As duas espécies de *Salix* (Vime-amarelo e Vime-vermelho) estudadas apresentam potencial biotécnico para utilização em obras de bioengenharia, evidenciado pela alta porcentagem de estacas enraizadas em água.

O número de raízes por estaca foi satisfatório para todas as coletas, exceto nas coletas realizadas em novembro e dezembro.

Em média, a soma do comprimento de raízes foi maior para o Vime-amarelo que para o Vime-vermelho.

O diâmetro das estacas influenciou no número e na soma do comprimento das raízes em vários meses de coletas.

Para obras de bioengenharia, o Vime-amarelo mostrou-se superior ao Vime-vermelho visto que, para a maioria dos meses de coleta, apresentou maior porcentagem de enraizamento no decorrer do ano, maior número de raízes bem como maior soma do comprimento de raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, R. M. S. L.; FRANCO, E. T. H.; DIAS, C. A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 127 – 136. jan./jun. 1999.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico de cursos de água: tratamento longitudinal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2003. (Caderno Didático).
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: manejo biotécnico de cursos de água**. Porto Alegre: EST, 2005. 189 p.
- HOPPE, J. M. *et al.* Influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus x acerifolia*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 25 – 28. jan./jun. 1999.
- INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, 2007.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura. Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 43 p.
- COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 93 – 148.
- SUTILI, F. J. **Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do sul do Brasil**. 2007. 95 p. Tese (Doutorado em Bioengenharia de Solos e Planejamento da Paisagem) – Universidade Rural de Viena, Viena.
- VARGAS, C. O. **Características biotécnicas de *Phyllanthus sellowianus* Mull. Arg., *Salix x rubens* Schranck e *sebastiania schottiana* (Mull. Arg.)**. Santa Maria: UFSM, 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.