

Potencial biotécnico de especies del sur de Brasil, testadas en obras piloto experimentales¹ y en agua²

Para que las técnicas de Ingeniería Biológica o Bioingeniería, bien conocidas en el Norte de Europa, puedan ser transferidas con éxito a otras regiones, es fundamental que haya disponibilidad de materiales constructivos y de manera especial, que se conozcan las características biotécnicas de la vegetación local. Con objeto de dar respuesta a estas cuestiones, de manera que pudieran aplicarse las técnicas con éxito a la realidad del sur de Brasil, se comenzó en el año 2003 en el "Institute for Soil Bioengineering and Landscape Construction" de Viena / Austria un proyecto para investigar las propiedades vegetativas y biotécnicas de la vegetación de ribera local y realizar experimentalmente algunas obras en la región.

En el presente artículo se hace referencia tanto al test tradicional, provando las plantas en taludes construídos a este fin como el test realizado en agua.

POTENCIAL BIOTÉCNICO DE ESPECIES DEL SUR DE BRASIL, TESTADAS EN OBRAS PILOTO EXPERIMENTALES - Sutili y Florineth

Uno de los enfoques fue la comprobación del desarrollo vegetativo de las plantas que tuvieron sus propiedades testadas en obras piloto experimentales. Durante los años 2003 y 2004 se estudiaron seis especies locales con capacidad de reproducción vegetativa. Se estudiaron sus tasas de supervivencia, la producción de brotes y raíces durante cinco meses, en tres períodos diferentes de plantación (otoño-invierno, verano-otoño y primavera-verano) las especies estudiadas fueron: *Calliandra brevipes*, *Phyllanthus sellowianus*, *Pouteria salicifolia*, *Salix humboldtiana*, *Salix × rubens*, *Sebastiania schottiana*. La elección se basó en la consulta de bibliografía botánica y en observaciones de campo.

Metodología

Una metodología de instalación, toma de datos y cálculos de las variables permitió el diseño de experimentos que tenían por objeto extraer las primeras informaciones sobre el potencial vegetativo de las plantas. Este punto es importante, dado que permite que pueda ser comparados con resultados obtenidos en otras regiones, como por ejemplo en Deutsch (2001) de Austria, Molon (2001) de Nepal, Petrone / Preti (2007) de América Central, Taludes artificiales de dos caras se construyeron con exposición este-oeste y se plantaron estacas y observadas periódicamente para evaluar su desarrollo (tasa de supervivencia, producción de brotes y raíces) los taludes se construyeron con 1,5 m de altura, 4 m de anchura en la base y con 25 a 30 metros de longitud. Se dividieron en cuatro partes que recibieron cada una 24 estacas de cada especie distribuidas en ambas caras de exposición. De esta forma, para cada uno de los taludes experimentales, 96 estacas de cada especie, con diámetros de entre 1 a 6 cm. y 40 cm. de longitud se clavaron (enterradas las ¾ de su longitud total). Tras la plantación, los taludes se cubrieron con paja con objeto de mantener la humedad y evitar el crecimiento de la vegetación espontánea. La recogida de datos se realizaron a 60, 90, 120 e 150 días de la plantación. Para la recogida de datos, 24 estacas de cada especie fueron excavadas hidráulicamente con ayuda de un chorro de agua a presión.

¹Florin Florineth / Fabrício J. Sutili
fjsutili@gmail.com

² Fabrício J. Sutili / Hans Peter Rauch

Institute for Soil Bioengineering and Landscape Construction,
Department of Natural Hazards and Civil Engineering;
University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU)

De cada planta viva, se anotaron las siguientes informaciones: longitud total y enterrada de la estaca, diámetro de la base, de la parte media y de la punta de la estaca, número y longitud de brotes primarios y longitud de las raíces.

Resultados y discusión

En la parte superior de la figura 1 junto al nombre de cada una de las especies se encuentra la tasa de supervivencia tras 150 días de la plantación.

Exceptuando *Pouteria salicifolia* (con resultados válidos solo en verano-otoño) todas las otras especies tuvieron tasas de supervivencia, que según los criterios de Shiechteln (1973) pueden considerarse de buenas a excelentes.

Sin embargo, solamente la tasa de supervivencia no da información suficiente para evaluar la adaptación biotécnica de una especie pueda ser juzgada. La figura 1 muestra también la suma de la longitud y número de brotes por planta, así como la longitud y número de raíces por metro de estaca enterrada. Todos estos valores reflejan la media de las estacas que sobrevivieron tras 150 días.

Entre las cuatro especies testadas en el primer talud experimental, *Phyllanthus sellowianus* y *Salix humboldtiana* fueron los que mostraron una mayor producción de raíces y brotes. Teniendo en cuenta las óptimas tasas de supervivencia en este periodo, puede afirmarse que estas especies han sido capaces de imprimir un ritmo de desarrollo esperado en las intervenciones biotécnicas. A pesar de que *Sebastiania schottiana* ha mostrado tener tasas de supervivencia y producción de brotes y raíces menor, sus resultados son suficientes para calificarla como especie importantes. Solamente *Calliandra brevipes* debe ser tenida con reservas, ya que a pesar de una supervivencia considerable, la cantidad de raíces producidas fue pequeña.

En el segundo periodo de experimentación, que comprende de finales de verano a otoño e inicio del invierno, *Calliandra brevipes* no fue testada. En compensación se incluyeron dos nuevas especies: *Pouteria salicifolia* e *Salix x rubens*. Entre los tres periodos de test, fue este en el que las especies encontraron mayor dificultad de desarrollo. Por otro lado, se evidencian que los buenos resultados relativos presentados por *Salix x rubens*. La figura 1 muestra que la producción de brotes y raíces de esta especie fue mayor que la presentada por *Calliandra brevipes* en el periodo anterior, mostrando una tasa de supervivencia del 100%.

La tercera evaluación tiene por objetivo principal, verificar si realmente el periodo de final de invierno e inicio de primavera, el considerado como ideal para la reproducción vegetativa de las plantas, realmente producía los mejores resultados. Para ello se testaron las tres especies que habían mostrado buenos resultados en los experimentos anteriores: a saber: *Phyllanthus sellowianus*, *Salix x rubens* e *Sebastiania schottiana*. Los resultados para las dos primeras especies confirman el mejor desarrollo en este periodo. Por otro lado, para *Sebastiania schottiana* llamó la atención al mostrar resultados

menos prometedores que los conseguidos en el talud plantado en el periodo de otoño-invierno.

En la Figura 1, puede verse la longitud media de los brotes y raíces dividiendo la suma de las longitudes (indicado por las barras) por el número medio de brotes o de raíces. Estos valores medios, no dan mucha información y pueden incluso llevar a error al juzgar las capacidades biotécnicas de las plantas – Más esclarecedor es un análisis de la distribución de las raíces por tipo de longitud. Para las tres especies estudiadas en el último talud (periodo de primavera-verano) se realizó un análisis que se muestra en la figura 2. Se realiza una ilustración basada en los valores medios representados por cada especie 150 días tras la plantación. En la ilustración puede encontrarse informaciones como las siguientes: 40% de las raíces de *Phyllanthus sellowianus* fueron capaces de sobrepasar los 25 cm. de longitud, 11% del total de las raíces sobrepasan el límite de 40 cm., 3% llegan a los 60 cm. y solamente el 1% das raíces consigue valores superiores a los 80 cm. La misma lectura puede hacerse para *Salix x rubens* y *Sebastiania schottiana*.

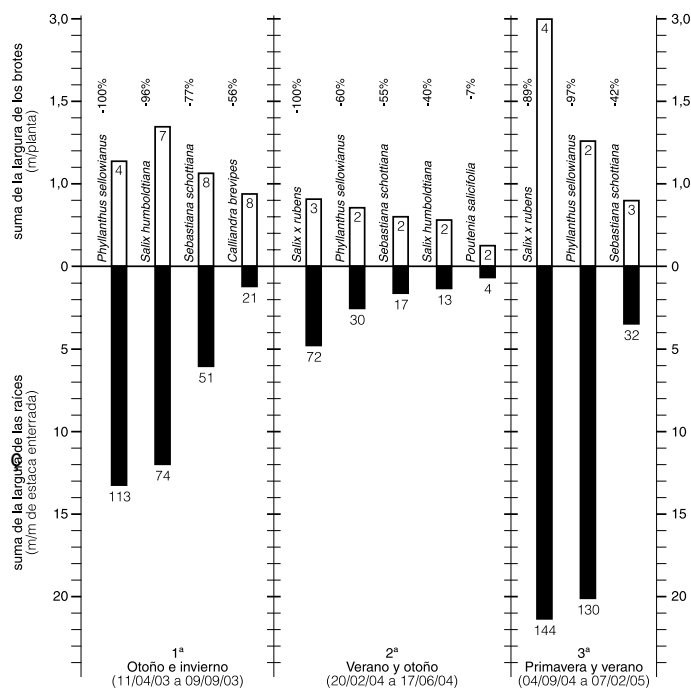


Fig. 1: Comportamiento vegetativo de las especies en los tres periodos de evaluación (150 días tras la plantación). Las barras superiores muestran la suma de longitudes de los brotes por planta, dentro de la barra se indica el número medio de brotes por planta. Las barras inferiores muestran la suma de longitud de las raíces por metro de estaca enterrada, el número indica la cantidad de raíces por metro de estaca enterrada. El porcentaje junto al nombre de cada especie, indica la tasa de supervivencia

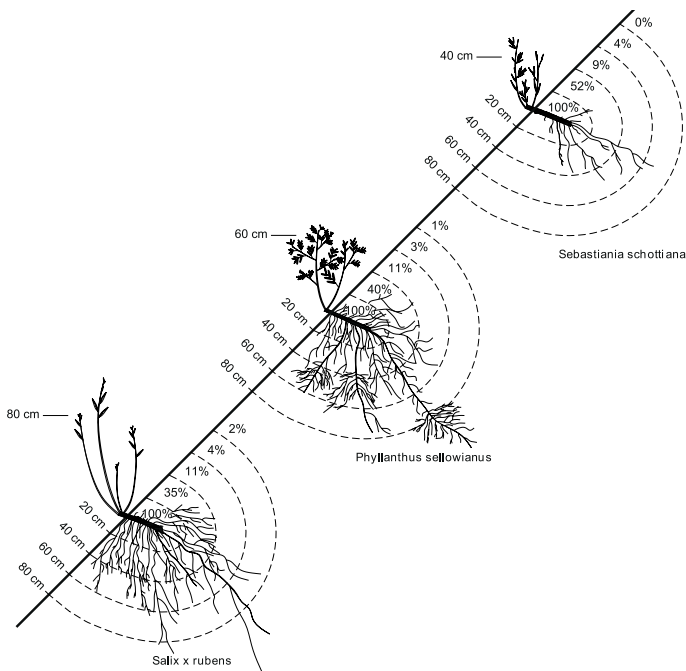


Fig. 2: Comportamiento vegetativo de estacas de Sebastiania schottiana, Phyllanthus sellowianus e Salix x rubens, plantadas en septiembre de 2004 y testadas 150 días después (febrero de 2005). Los dibujos muestran la distribución en porcentaje de las raíces cada 20 cm. de estaca

POTENCIAL BIOTÉCNICO DE ALGUNAS ESPECIES DEL SUR DE BRASIL TESTADAS EN AGUA

Sutili Rauch

Otra forma de testar las características biotécnicas de las plantas, esto es su capacidad para emitir raíces adventicias, es la de mantener en agua por un tiempo concreto y comparar el desarrollo en este periodo de brotes y raíces. Ciertamente el comportamiento vegetativo (producción de brotes y raíces) de estacas mantenidas en agua es diferente del de las plantas en sustrato o en el método del talud experimental. Sin embargo es una alternativa con carácter más expeditivo, donde obtener, comparativamente, información de un gran número de especies potenciales.

Metodología

Estacas de seis especies diferentes: a saber: *Morus nigra*, *Phyllanthus sellowianus*, *Pouteria salicifolia*, *Salix x rubens*, *Sebastiania schottiana*, *Terminalia australis*, con diámetros entre 0,5 a 4,0 cm y longitud de 40 cm, se mantuvieron con el tercio basal sumergido

en agua durante tres meses. Tras este periodo se contó el número de raíces y brotes de cada estaca así como su longitud. Se tomaron los valores de masa seca de las estacas, raíces y brotes de cada planta con objeto de que fuese posible verificar la relación entre masa seca del material utilizado y su respectiva producción de brotes y raíces. Dado que las estacas presentaban la misma longitud, la masa seca era principalmente función del diámetro.

Esta rutina se repitió durante un año, entre marzo de 2005 y abril de 2006 con objetivo de la Universidade Federal de Santa Maria (RS-Brasil), como parte de un proyecto mayor que investigaba las propiedades vegetativas y mecánicas de la vegetación de ribera en la región central del estado de Rio Grande do Sul. En este proyecto se estudiaron también otras características biotécnicas importantes, como la resistencia al arranque, el ángulo de plantación y la flexibilidad de las ramas. Los resultados preliminares pueden consultarse en Sutili et al. (2006) como parte de un proyecto mayor que visa investigar las propiedades vegetativo-mecánicas de

Resultados y discusión

La Figura 1 muestra la producción de brotes y raíces. Como media para cada especie es resultado de 40 estacas mantenidas durante tres meses en agua, durante la respectiva estación.

Pouteria salicifolia no se desarrolló en ninguna de las estaciones y por ello no aparece en la Figura 1. *Morus nigra* e *Terminalia australis* a pesar de haber mostrado brotaciones en ciertos periodos, nunca fueron capaces de desarrollar raíces. Aparecen brotes pero sin raíces, en plantas que en situación práctica no podrían establecerse. Se mantienen vivas hasta que las reservas de la estaca se agotan.

Confirmando los resultados obtenidos en las obras experimentales (metodología tradicional), *Sebastiania schottiana* mostró una mayor facilidad en desarrollarse entorno al periodo de primavera, *Phyllanthus sellowianus* fue la única especie capaz de desarrollarse en cualquier estación del año, con mejores resultados en primavera y peores en invierno. *Salix x rubens* fue la especie que mejores resultados presentó, con excepción del periodo de verano, lo que puede explicarse por el origen templado de dicha especie. Para las especies que producían una cantidad y volumen expresivo de raíces como, *Salix x rubens* e *Phyllanthus sellowianus* en el periodo de primavera, fue posible encontrar una relación entre la masa seca de las estacas y la producción de brotes y raíces (Figuras 3 e 4); pudiéndose afirmar que, con los límites estudiados, existe una correlación directamente proporcional entre la masa del material vegetativo utilizado y la respectiva producción de brotes y raíces. La metodología de estacas mantenida en agua se muestra como una alternativa óptima para una rápida y fácil comparación entre especies. Esta metodología puede emplearse tanto para dar las primeras informaciones sobre las potencialidades de reproducción por medio de la reproducción vegetativa como por la investigación comparativa de propiedades biotécnicas de interés.

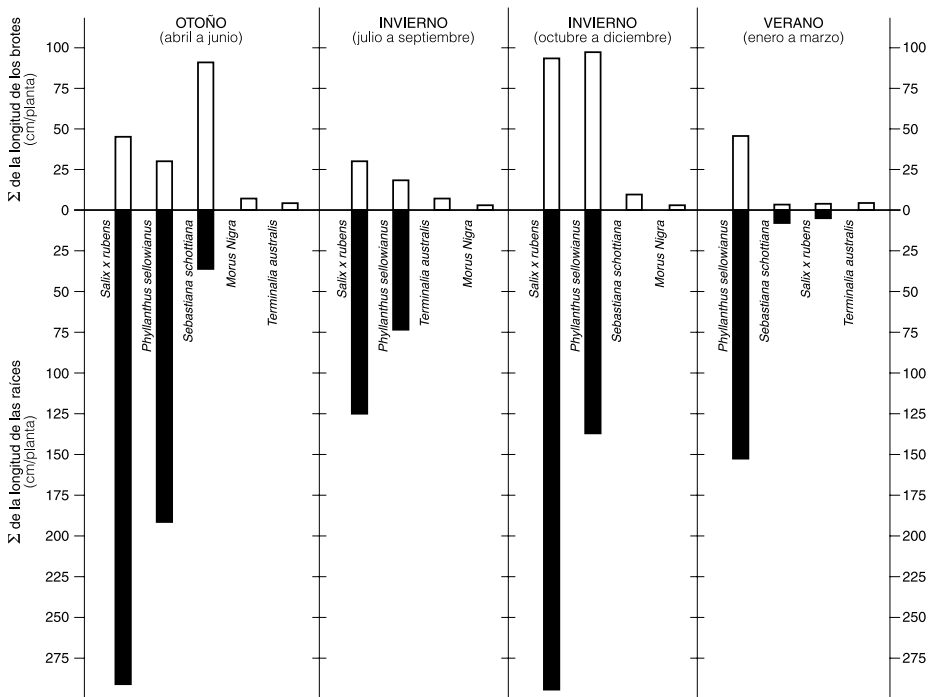


Fig. 1: Comportamiento vegetativo de las estacas, mantenidas en agua las cuatro estaciones del año

Bibliografía

MOLON, M. (2001): Stabilisation of Landslides with soil bioengineering methods in Nepal-Suitability of various plants in winter plantations in the lower mid-hills of Central Nepal. University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

DEUTSCH, D. (2001): Die Verwendung von Silberpappel (*Populus alba*) und Zitterpappel (*Populus tremula*) in der Ingenieurbio-logie. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

PETRONE, A. / PRETI, F. (2007): Investigation on autochtonal cuttings suitability for soil bioengineering measures in Central America. In: Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 07643, 2007. European Geosciences Union.

SCHIECHTL, H. M. (1973): Bioingegneria Forestale. basi -materiali da costruzioni vivimetodi. Tipolitografia Castaldi-Feltre, 263p.

DURLO, M. A. / SUTILI, F. J. (2005): Bioingenieria: manejo biotécnico de cursos de água. Porto Alegre: EST Edições. 198 p.

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; FLORINETH, F. (2006): Ingenieurbiologische Uferschutzmassnahmen an Bächen und Flüssen in Südbrasilien. Projektbericht.

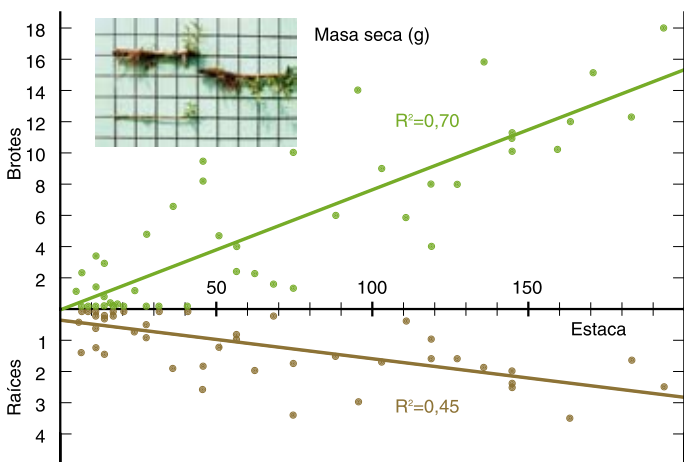


Fig. 2: Relación entre la masa seca de la estaca y la masa seca de los brotes y raíces producidas en tres meses por *Salix x rubens*, durante la primavera. Cuadrícula de la foto : 10 x 10 cm.

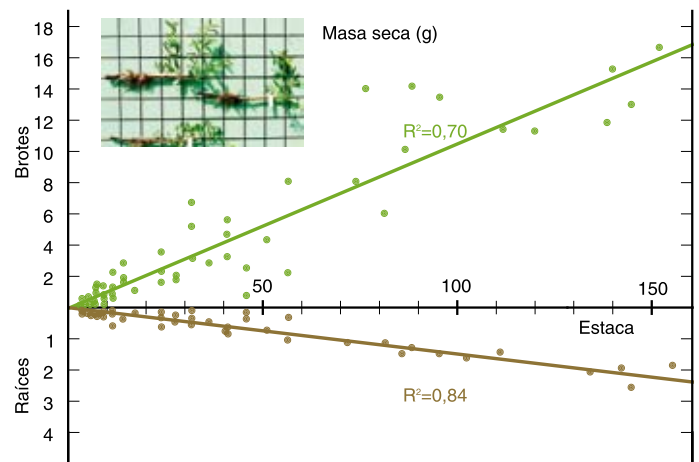


Fig. 3: Relación entre la masa seca de la estaca y la masa seca de los brotes y raíces producida en tres meses por *Phyllanthus sellowianus*, durante la primavera. Cuadrícula de la foto : 10 x 10 cm