

MANEJO DOS RESÍDUOS DA COLHEITA DE ACÁCIA-NEGRA (*Acacia mearnsii* DE WILD) E A SUSTENTABILIDADE DO SÍTIO**MANAGEMENT OF HARVESTING RESIDUES OF *Acacia mearnsii* DE WILD AND SITE SUSTAINABILITY**

Marcos Fernando Gluck Rachwal¹ Renato Antonio Dedecek²
Gustavo Ribas Curcio³ Augusto A. Simon⁴

RESUMO

A acácia-negra se adapta a inúmeras condições ambientais por ser uma espécie pioneira de crescimento rápido. Este trabalho foi realizado em povoamentos comerciais puros de acácia-negra de propriedade da TANAGRO S.A., no município de Piratini, RS, em cinco classes de solos, com plantas de mesma procedência, constituindo cada qual um tratamento. Em cada solo, foram avaliados o crescimento em DAP, altura e produção de biomassa aérea. Os solos foram caracterizados química, física e morfológicamente em seus horizontes superficiais. Nas plantas, foram determinado o estado nutricional dos diferentes compartimentos, o teor de tanino na casca e o teor de lignina e extrativos totais no tronco. O Neossolo Litólico eutrófico produziu o maior volume de troncos comerciais, enquanto o Neossolo Litólico álico foi o menos produtivo, mostrando a grande importância da fertilidade do solo na produtividade da acácia negra, sobretudo, o teor de P e as saturações por bases e por alumínio trocável. Se os resíduos não forem queimados, a quantidade de macronutrientes devolvida ao solo (por galhos, flor, folhas e vagens) é maior que a quantidade de macronutrientes exportada, com a retirada apenas do tronco comercial e casca, nos solos menos produtivos, confirmando que se trata de espécie recuperadora de solo. Nos solos com maior volume de troncos comerciais produzidos, a quantidade de cálcio e magnésio exportada foi maior do que a devolvida ao solo pelos resíduos da colheita. A concentração de tanino na casca da acácia-negra foi maior em condições adversas de solo, mas a maior produção de casca em solos melhores compensa esse fato.

Palavras-chave: Biomassa aérea; exportação de nutrientes; características químicas do solo; classes de solo.

ABSTRACT

Black wattles can grow on several environmental conditions being a fast growing and short life pioneer specie. This work was established on *Acacia mearnsii* De Wild commercial plantations, belonging to TANAGRO Co., in Piratini, Rio Grande do Sul, Brazil, growing on different soil types, with plants from the same origin. In each of the five-soil type, a treatment to evaluate black wattle growth in DBH and height, and above ground biomass was considered. Soils had their surface horizons characterized morphological, chemical and physically, and nutritional status were measured in every plant compartment, tannin yield in plant bark, amount of lignin and total extractives were determined in commercial stem wood. Neossolo Litólico eutrófico (Entisol) showed the greatest commercial stem volumes and Neossolo Litólico álico (Entisol) was the least productive, especially due to soil fertility differences, mainly P level, base saturation and aluminum saturation. The amount of macronutrients returned, keeping harvesting residues (branches and crown) on soil surface, was greater than the amount exported in commercial stem and bark, attesting its efficiency on soil reclaiming, if the residues are not burned. In most productive soils in volume of commercial stems, the amount of calcium and magnesium exported was greater than the amount returned to soil. The amount of tannin in black wattle bark was greater in plants growing in adverse soil conditions (shallow and stony soils).

Keywords: Above ground biomass; nutrient export; soil chemical characteristics; soil classes.

1. Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Florestas), Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). sac@cnpf.embrapa.br
2. Engenheiro Agrônomo, PhD., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Florestas), Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). dedecek@cnpf.embrapa.br
3. Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Florestas), Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR). sac@cnpf.embrapa.br
4. Engenheiro Florestal, Técnico Responsável pelo Setor Florestal da TANAGRO, Empresa do Grupo TANAC S.A., Rua Torbjorn Weibull, 199, CEP 95780-000, Montenegro (RS).

Recebido para publicação em 3/11/2004 e aceito em 4/04/2007.

INTRODUÇÃO

Florestas plantadas não apenas oferecem oportunidades para abastecer as demandas por lenha, celulose ou madeira serrada como também reduzem os desmatamentos por diminuírem a pressão sobre as florestas naturais, e também servem para recuperar solos degradados e garantir a biodiversidade (Parotta, 1992). Plantios florestais de ciclo rápido com alta produtividade demandam recursos naturais renováveis, áreas menores, deixando mais espaço para outros tipos de florestas.

A produtividade dos plantios florestais precisa ser aumentada de forma sustentável, em consequência dos investimentos iniciais de capital e recursos necessários utilizados na sua instalação. As fábricas de papel e celulose e/ou serrarias são estabelecidas com a expectativa de ter material suficiente originado de áreas próximas. Além dessas considerações econômicas, florestas plantadas devem ser exploradas sem causar impacto adverso ao meio ambiente (Tiarks *et al.*, 1998).

A maioria dos solos no Brasil é pobre em nutrientes, embora as florestas naturais não apresentem sintomas de deficiência, por causa da ciclagem estar em perfeito equilíbrio com as demandas. A substituição de florestas naturais por plantios florestais de ciclo rápido altera os processos naturais de ciclagem e armazenamento de nutrientes em razão sobretudo das mudanças na qualidade da matéria orgânica, causadas pelas práticas de manejo. Isso dificulta a sustentabilidade de sítio, pelo importante papel da matéria orgânica nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Nambiar e Brown, 1997).

A acácia-negra se adapta a inúmeras condições ambientais por ser uma espécie pioneira de crescimento rápido. A espécie apresenta capacidade de se associar com bactérias que fixam nitrogênio atmosférico, além de produzir grande quantidade de folhas e ramos finos que são depositados sobre o solo, recompondo sua fertilidade (Fleig, 1993). O plantio de acácia negra ocorre no Rio Grande do Sul, desde a região da Serra Gaúcha, passando pela Depressão Central e estendendo-se mais recentemente até a Serra do Sudeste. A área plantada com acácia-negra no Brasil está estimada em 140 mil hectares (Tonietto; Stein, 1997) com uma taxa anual de plantio de 20.000 ha (Simon, 1999).

O material de origem dos solos em que se encontra essa espécie, também varia grandemente, desde as eruptivas dentre os quais se destaca o basalto, passando pelos arenitos, granitos e xistos, podendo-se afirmar que acácia é plantada nos principais materiais de formação do solo do Estado. O clima também se apresenta distinto nessas várias regiões, tanto pela influência da latitude, como e, sobretudo, pela altitude, variando de 800 m a não mais de 50 m acima do nível do mar. A ocorrência e a intensidade das geadas variam muito, bem como as temperaturas médias, sendo que a precipitação pluviométrica é mais uniforme ao longo de toda a área de plantio (Mora, 2002).

O conhecimento das características químicas dos solos, na busca de maior produtividade, pode ser um fator importante, considerando que a fertilidade natural de um solo é produto especialmente do material de origem e que a maioria dos plantios é realizado sem fertilizações ou apenas com o mínimo necessário para o seu desenvolvimento inicial. Por outro lado, as áreas de plantio, tanto das empresas como dos pequenos agricultores, vêm sendo cultivadas com essa espécie a vários ciclos com um manejo inadequado dos resíduos (queima total) que pode comprometer a manutenção da produtividade.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de quantificar os nutrientes que retornam ao solo na exploração de plantios de acácia-negra, sobretudo se não for adotada a queima sistemática de todos os restos deixados pelo corte raso dessas plantações, em diferentes tipos de solo com características químicas e físicas distintas. Algumas características que possam informar a qualidade da madeira produzida para cada tipo de solo também foram objeto deste estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização e localização da área de estudo

Em povoamentos comerciais puros de acácia-negra de propriedade da TANAGRO S.A., no município de Piratini, RS, delimitaram-se parcelas experimentais em vários tipos de solos, com plantas de três anos de idade, da mesma procedência. O município de Piratini está situado a 31°15' de latitude sul e 53°13' de longitude oeste, a 350 m de altitude, com precipitação média anual de 1.400 mm. Cada tipo de solo constituiu um tratamento e as parcelas experimentais, compostas por vinte árvores, em que cada um dos

tratamentos teve três repetições. Foram selecionadas cinco classes de solo com diferentes características morfológicas, químicas e físicas, nas mesmas condições climáticas e submetidas ao mesmo manejo no cultivo das acácias para medição de DAP e altura das plantas.

Implantação

Os solos foram preparados utilizando-se o subsolador de cinco hastes na linha de plantio, seguido de gradagem e nova subsolagem com subsolador de três hastes. Os plantios foram feitos com mudas, sendo que o espaçamento adotado foi de 3 m entre linhas e de 1,5 m entre plantas e, foram aplicados na cova 50 g da fórmula 5:30:15. Seis meses após o plantio, foi efetuada uma amontoa (capina mecânica com grade encosteladora) na linha de plantio.

Determinações das características dos solos

Os solos foram caracterizados química, física e morfológicamente, sendo que, na Tabela 1, são apresentados os resultados analíticos apenas dos horizontes superficiais, antes das avaliações do desenvolvimento das plantas, 3 anos após o plantio. Nos Neossolos Litólicos, não foi possível a coleta de amostras indeformadas para a caracterização físico-hídrica destes em consequência da grande percentagem de cascalhos presentes, conforme dados na Tabela 1. As análises de solo seguiram metodologia descrita em Embrapa (1997).

Os cinco solos selecionados, para quantificação da biomassa produzida, e o estado nutricional das árvores de cada solo são classificados a seguir, conforme normas da Embrapa (1999):

CAMBISSOLO HÁPLICO – Alumínico típico epidistrófico pouco profundo A moderado textura argilosa relevo plano - Camb.Háp. alum. (Cpp).

NEOSSOLO LITÓLICO – Distrófico típico álico A moderado textura média cascalhenta muito pedregoso relevo forte ondulado – Neos. Lit. álico. (Rap).

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO – Distrófico típico álico epidistrófico A proeminente textura média/argilosa relevo suave ondulado – Argis.Ver.-Amar. (PVAd)

NEOSSOLO LITÓLICO – Eutrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta muito pedregoso relevo ondulado – Neos. Lit. eutróf. (Rep).

NEOSSOLO LITÓLICO – Distrófico típico A moderado textura argilosa muito cascalhenta pedregoso relevo forte ondulado – Neos. Lit. distróf. (Rdp).

TABELA 1: Características químicas e físicas dos horizontes superficiais (Ap) dos solos, Piratini, RS, 1997.

TABLE 1: Chemical and physical characteristics of soil surface horizons (Ap), Piratini, RS, 1997.

Solo	pH	Ca+Mg	K	CTC	Al ⁺³	SATURAÇÃO		P	C org.
	água	c.molc.dm ⁻³				Bases	Alumínio		
								%	
Neos. Lit. eutróf.	4,66	6,40	0,54	13,7	0,30	51	4	10,0	40
Argis.Ver.-Amar.	4,26	2,07	0,29	10,5	1,43	22	38	1,7	14
Neos. Lit. distróf.	4,50	2,13	0,17	10,2	1,90	22	40	2,0	24
Camb.Háp. alum.	4,30	3,90	0,90	13,4	2,10	36	30	1,3	27
Neos. Lit. álico	4,30	0,93	0,07	7,3	1,93	14	66	1,0	19
Solo	Areia	Silte	Argila	Cascalho	Porosidade			Densidade do solo	
	%				Total	Macro	Micro		g.cm ⁻³
					%				
Neos. Lit. eutróf.	38	28	36	49					
Argis.Ver.-Amar.	53	19	28	1	43	8	35	1,54	
Neos. Lit. distróf.	33	30	37	58					
Camb.Háp. alum.	18	33	49	6	57	4	53	1,08	
Neos. Lit. álico	37	34	29	48					

Avaliações das características das plantas

Aos 7 anos de idade, foram selecionadas três árvores, que representassem a média em

desenvolvimento (altura e DAP) para cada solo e nestas foram obtidos discos em seis alturas (base, DAP, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial) para quantificar a biomassa exportada no tronco. Considerou-se tronco comercial aquele com diâmetro igual ou superior a 6 cm. Três árvores foram derrubadas e determinada a biomassa total (resíduos e tronco comercial) e, em uma delas, foi quantificada a biomassa dos resíduos (devolvidos ao solo) por compartimento: 1. copa – composta por folha, flor, vagem e galhos; 2. galhos do tronco. Para cada compartimento, foi retirada do total uma amostra para análise do teor de nutrientes. Nas plantas, foi analisado o estado nutricional, por compartimento seguindo metodologia descrita em Sarruge e Haag (1974). Nas 3 árvores selecionadas, foram coletadas duas amostras de casca com formato retangular (31 x 12 cm) a altura do DAP para análise de tanino (Silva e Frizzo, 1985). A extração dos taninos foi feita em extrator de Procter, de acordo com a norma SLC 112 (SLTC, 1996), com os seguintes tempos: uma noite inteira a 40°C, em torno de 15 horas; mais cerca de 6 horas a 75°C; mais uma hora a 100°C e, após, inicia-se a extração, em laboratório da TANAGRO S.A. Os teores de tanantes (determinação da fração do extrato) foram determinados a partir de procedimentos técnicos do SLTC (1996), sendo utilizadas as seguintes normas SLC 113 (Determinação de umidade); SLC 114 (Determinação de Sólidos Totais); SLC 115 (Determinação de Sólidos Solúveis); SLC 116 (Determinação de Constituintes Não-tanantes). Os teores de extrativos totais foram determinados pela norma ABTCP M 3/69(ABTCP, 1968), os de lignina pela norma ABTCP M 10/71 (ABTCP, 1968) e a massa específica básica pelo método da pesagem (Barrichelo, 1983), em amostras compostas de todos os seis discos obtidos em cada árvore.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo menos produtivo foi o Neossolo Litólico Álico, que apresentou alturas significativamente menores e DAP menor sem diferença estatística (Tabela 2), sendo as densidades básicas da casca do alburno e do cerne as maiores. Segundo Barrichelo (1983), o lenho tardio é correlacionado positivamente com a densidade básica, o contrário ocorrendo com o lenho inicial. Assim, árvores com ritmo de crescimento maior, por condições edafo-climáticas ou de manejo mais favoráveis, têm maior formação de lenho inicial e um decréscimo na sua densidade básica. O crescimento em altura pode ser considerado como o indicador mais consistente e prático da qualidade dos sítios florestais (Faria, 1996) e foi o único atributo medido que apresentou diferença estatística neste estudo. A altura média das árvores no Neossolo Litólico álico é quase a metade da observada nos demais solos, atestando a inadaptabilidade das características desse solo para o crescimento da acácia-negra. Por outro lado, entre as maiores alturas de plantas estão dois sítios da mesma classe de solo – Neossolo Litólico, porém com características químicas totalmente distintas (Tabelas 1 e 2). O Neossolo Litólico Eutrófico apresentou volume de madeira, quase cinco vezes maior do que o Neossolo Litólico álico, e entre as menores densidades básicas dos três componentes determinados. As médias de DAP e volume comercial apesar de menores no Neossolo Litólico Álico (Rap) em relação aos demais solos não se diferenciaram estatisticamente, talvez pelo alto valor do coeficiente de variação para ambas as características.

Conforme se observa na Tabela 1, o solo menos produtivo (Neossolo Litólico Álico) apresentou características desfavoráveis tanto físicas (pouca espessura de solo e muita pedregosidade), quanto químicas. Analisando-se apenas os três Neossolos Litólicos incluídos neste estudo, pode-se observar como a fertilidade natural do solo desempenha um papel importante no crescimento da acácia-negra, uma vez que fisicamente eles não se diferenciam (Tabela 1). Assim, o Neossolo Litólico Eutrófico com os maiores valores em todas as características químicas avaliadas foi o mais produtivo, e o Neossolo Litólico Distrófico com valores intermediários em bases trocáveis, apresentou crescimento das árvores também intermediário.

A grande diferença nas características químicas do Neossolo Litólico Eutrófico também teve maior influência no aumento em volume e diâmetro das árvores ao se comparar com o crescimento observado nas outras classes de solo (Cambissolo e Argissolo). Estas apresentaram pequena quantidade de cascalho e maior espessura de solo para ser explorado pelas raízes da acácia-negra. Segundo Boland *et al.* (1984), a acácia-negra ocorre naturalmente em solos moderadamente profundos, de textura média e bem drenados. Em razão do seu sistema radicular superficial desenvolve-se bem mesmo em solos rasos, mas tem seu desenvolvimento reduzido em solos muito ácidos e de baixa fertilidade. Como leguminosa, a acácia-negra está entre as espécies arbóreas fixadoras de nitrogênio, mas requer o fornecimento de fósforo para seu rápido crescimento cuja ocorrência foi expressivamente maior no solo mais produtivo – Neossolo Litólico Eutrófico. Esse mesmo solo também apresenta teores muito maiores de Ca + Mg, de P e de C orgânico do que todos os

demais solos estudados. Além disso, a saturação por bases está em um nível considerado adequado para espécies florestais e a saturação por alumínio trocável é expressivamente menor que nos demais solos.

TABELA 2: Características das árvores derrubadas e amostradas por tipo de solo, aos 7 anos de idade, em Piratini, RS, 1999.

TABLE 2: Characteristics of sampled trees from different soil types, at seven years after planting, in Piratini, RS, 1999.

Solo	Altura		DAP	Volume comercial	Densidade Básica		
	Total	Comer			Casca	Alburno	Cerne
	m	m	cm	m ³ /ha			
Neos. Lit. eutróf.	18,4 a	14,6 a	14,5 a	167,5 a	0,377 a	0,486 a	0,580 a
Argis.Ver.-Amar.	19,7 a	16,2 a	14,4 a	163,2 a	0,389 a	0,499 a	0,591 a
Neos. Lit. distróf.	18,6 a	14,6 a	13,5 a	134,7 a	0,401 a	0,528 a	0,631 a
Camb.Háp. alum.	19,2 a	15,0 a	13,4 a	134,6 a	0,357 a	0,480 a	0,562 a
Neos. Lit. álico	10,0 b	5,8 b	8,8 a	31,6 a	0,424 a	0,574 a	0,681 a
Coef. de variação, %	12,0	21,2	24,3	50,5	7,2	8,5	8,0

Em que: Médias seguidas da mesma letra não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

É importante observar que a quantidade de resíduos produzida não guarda relação com o volume de madeira produzido no mesmo solo (Tabelas 2 e 3) em termos absolutos. Como se observa na Tabela 3, percentualmente a produção de casca foi muito semelhante em todos os solos deste estudo. Nos quatro solos com maior produção de madeira comercial, houve uma distribuição percentual muito próxima para os compartimentos analisados, enquanto que no Neossolo Litólico Álico, com produção menor de tronco comercial, aumentou a quantidade de biomassa no compartimento resíduos, sobretudo galhos e folhas. Em parte porque nas árvores de menor desenvolvimento há uma maior produção de galhos de tronco, uma vez que pelo seu menor crescimento as árvores nestes solos demoram muito mais tempo para entrar em competição por luz especialmente. Também, a biomassa de copa não difere daquele das árvores com maior altura.

TABELA 3: Distribuição da produção de biomassa seca por compartimento e a biomassa total por árvore para cada solo, Piratini, RS, 1999.

TABLE 3: Dry biomass distribution by compartment and total biomass for each tree and soil, Piratini, RS, 1999.

Solo	Biomassa Seca							
	Folha	Flor	Vagem	Galhos	Resíduos	Tronco	Casca	Total
	kg (%)							
Rep	4,9(3,0)	1,4(0,9)	1,9(1,2)	14,6(8,9)	22,8(13,9)	135,7(82,8)	5,4(3,3)	163,9
PVAd	4,3(2,6)	0,7(0,4)	1,1(0,7)	15,3(9,4)	21,3(13,1)	135,7(83,3)	5,9(3,6)	162,9
Rdp	3,8(2,7)	0,8(0,6)	0,6(0,4)	11,7(8,4)	17,0(12,1)	118,1(84,1)	5,3(3,8)	140,4
Cpp	2,9(2,3)	1,5(1,2)	0,9(0,7)	15,2(12,0)	20,4(16,2)	101,7(80,7)	3,9(3,1)	126,0
Rap	4,2(6,5)	0,9(1,5)	0,9(1,4)	18,9(29,6)	18,9(39,0)	36,5(57,1)	2,5(3,9)	63,9

Em que: No item galhos, foram somadas as biomassas dos galhos da copa e do tronco.

Pereira *et al.* (1999), trabalhando em Neossolo Flúvico, reportam que o tronco mais casca representam 87,7% da matéria seca aérea da acácia-negra e que os maiores conteúdos de N e Mg estão na madeira, e a maior quantidade de Ca está na casca. Os solos mais produtivos deste estudo apresentaram ao redor desse valor de matéria seca, considerando-se os compartimentos tronco mais casca, que são aqueles exportados na colheita da acácia-negra.

Para os cálculos da quantidade exportada e mantida no local, estimaram-se em mil árvores por hectare, uma vez que as plantas amostradas foram somente de madeira branca e sem gomose. Entre mil e 1.200 árvores é a quantidade esperada na maioria das locais ao final do ciclo para este tipo de madeira (Mora, 2002). De modo geral, a manutenção dos resíduos na superfície do solo permite devolver mais nutrientes do que é retirado com a exploração da madeira e casca (Tabela 4), sobretudo no solo com menor produção de tronco comercial. Uma vez que o teor de macronutrientes é maior nos resíduos (flor, folha, vagem e galhos) do que o encontrado na casca e tronco comercial juntos. A maioria dos macronutrientes teve

devolução (pelos resíduos da colheita) maior do que a retirada (pelo tronco comercial e casca), a exceção foram cálcio e magnésio, nos solos mais produtivos e fósforo, em apenas um caso. Para Pereira *et al.* (1999), com a retirada da madeira e da casca de acácia-negra na colheita, os nutrientes mais exportados foram nitrogênio, cálcio e magnésio. Já Barichello (2003) encontrou, em Argissolo, que a retirada de madeira do tronco superior a 7 cm de diâmetro e casca da mesma espécie exportavam 38% de N, 36% de P, 61% de K, 43% de Ca e 42% de Mg. Considerando esses resultados obtidos e observando-se a tabela 4, pode-se afirmar que a produtividade do sítio é determinante na quantidade de nutrientes exportados no corte raso da acácia-negra. Quanto maior o volume de tronco comercial produzido maior a quantidade de nutrientes exportada, assim os solos com maior produtividade tiveram percentagens de nutrientes exportadas e devolvidas mais próximas do que no caso do Neossolo Litólico álico (Tabela 4). Barrichello (2003), no mesmo estudo, relatou uma produção de biomassa assim distribuída: 3,0% de folhas, 9,4% de galhos vivos, 4,6% de galhos mortos, 12,4% de raízes, 62,3% de tronco e 8,3% de casca, semelhante ao obtido na mesma classe de solo neste estudo (Tabela 3). As exceções foram os compartimentos da planta – tronco e casca, porque no presente estudo, adotou-se um tamanho mínimo de 6 cm para o tronco, aumentando a quantidade exportada, e pela inclusão dos compartimentos raiz e galhos mortos no estudo de Barrichello (2003).

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes devolvida ao solo pressupõe a não-queima dos resíduos, embora a disponibilização dos nutrientes minerais pela queima seja imediata, a liberação lenta e a manutenção da matéria orgânica pela não-queima é importante na sustentabilidade do sítio em longo prazo.

TABELA 4: Quantidade de macronutrientes retirada com madeira e casca e devolvido pela manutenção do resíduo sobre o solo sem queima, de acácia-negra com 7 anos de idade, Piratini, RS, 1999.

TABLE 4: Munt of macronutrients removed in wood and bark and returned by maintenance of harvesting residues on site without burning, from black wattle at 7 years-old in Piratini, RS, 1999.

Solo	Nutrientes exportados					Nutrientes devolvidos ao solo nos resíduos				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	%					%				
Neos. Lit. eutróf.	30,3	36,3	35,8	45,9	58,4	69,7	63,7	64,2	54,1	41,6
Neos. Lit. distróf.	38,1	63,4	49,7	56,3	57,2	61,9	36,6	50,3	43,7	42,8
Argis.Ver.-Amar.	42,4	46,5	39,8	50,4	58,5	57,6	53,5	60,2	49,6	41,5
Camb.Háp. alum.	34,5	48,1	35,7	42,6	48,6	65,5	51,9	64,3	57,4	51,4
Neos. Lit. álico	17,3	13,7	15,2	33,1	24,7	82,7	86,3	84,8	66,9	75,3

As maiores percentagens de tanino (Tabela 5) foram obtidas na casca das árvores crescidas em Neossolos Litólicos, que são solos que apresentam características físicas adversas e se distinguem entre si pelas características químicas. Keil *et al.* (2002), trabalhando com vários níveis de adubação de K e P, não encontraram diferença significativa na quantidade e qualidade do tanino produzido. Sherry (1971) cita a influência do solo e clima na produção de tanino, observando maior acúmulo de tanino na casca em acácia-negra cultivada em solos derivados de granito. Dentre os compostos fenólicos, os taninos são substâncias que podem atuar como inibidores da digestão protéica, defendendo as plantas contra insetos (Coley *et al.*, 1985), ou ter função de regulação da diferenciação celular (Ransey e Berlin, 1976). Portanto, a maior produção de tanino pode ser um comportamento de defesa da planta às condições adversas do meio, que limitam o seu crescimento ou condicionam uma situação de “stress” das plantas.

TABELA 5: Produção de tanino em casca de acácia-negra com 7 anos de idade em diferentes classes de solo, Piratini, RS, 1999.

TABLE 5: Tannin yield from bark of black wattle at 7 years-old in different soil classes, Piratini, RS, 1999.

Solo	Tanantes (t)	Extrativos	Lignina
	%		
Neossolo Litólico álico	17,6	99,07	16,25
Neossolo Litól. eutrófico	14,9	99,04	17,95
Neos. Litól. distrófico	14,4	99,06	16,36
Camb.Háplico alumínico	13,2	99,14	14,17
Argis.Ver.-Amar.	12,3	99,09	15,59

Foi determinada, nos discos do DAP das árvores amostradas em Piratini, com sete anos de idade, a presença de extrativos e lignina na madeira (Tabela 5), duas características que oneram a obtenção da celulose. Poucos estudos têm tratado do efeito do ritmo de crescimento na composição química da madeira. Tsoumis e Panagiotidis (1980) mostraram que em *Pinus taeda* os teores de extrativos e lignina eram maiores, mesmo não havendo diferenças significativas, em sítios com maior ritmo de crescimento, solos com textura argilosa, com um rendimento final em holocelulose menor. Na tabela 5, observa-se que o solo que apresentou maior volume de madeira, também apresentou maior teor de lignina, embora sua variação tenha sido pequena em relação ao solo menos produtivo. Resta saber se essa diferença em rendimento de teores de holocelulose, no processo de deslignificação, é mais importante que a quantidade de madeira produzida nos sítios mais produtivos. Segundo Zeikus (1981), a concentração de lignina é uma das características químicas mais influentes na decomposição dos resíduos, são as últimas substâncias decompostas. Altas concentrações de lignina são associadas com baixas taxas de decomposição, como ocorre com os resíduos ricos em cascas e madeira. O maior teor de lignina nos resíduos originados dos Neossolos pode garantir o suprimento de nutrientes importantes para o próximo plantio durante um tempo mais longo, melhorando a sustentabilidade do sítio. O teor de extrativos não apresentou variação.

CONCLUSÕES

O cultivo de acácia-negra em solos pedregosos, pouco profundos, de baixa fertilidade e alta acidez apresentou baixo desenvolvimento, não justificando o aproveitamento desses solos dentro do sistema produtivo.

Os Argissolo e Cambissolo estudados não apresentaram restrições químicas e físicas ao desenvolvimento da acácia-negra.

As características químicas do solo são mais importantes do que a profundidade efetiva do solo e a pedregosidade no crescimento da acácia-negra, destacando-se o teor de P, a saturação de bases e a saturação por alumínio trocável.

Se os resíduos não forem queimados, a quantidade de macronutrientes devolvida ao solo pelos resíduos da colheita (galhos e copa) é igual ou maior à quantidade de macronutrientes exportada com a retirada apenas do tronco comercial e casca.

No Neossolo Litólico álico com a menor produção comercial de troncos e casca, a devolução de nutrientes pelos resíduos foi maior do que exportada, sobretudo, pela maior produção de biomassa de galhos do tronco.

Nos solos com maior volume comercial de troncos produzido, a quantidade de cálcio e magnésio exportada foi maior do que a devolvida ao solo pelos resíduos da colheita.

A concentração de tanino na casca da acácia-negra parece aumentar em condições adversas de solo, mas a maior produção de casca em solos melhores compensa esse fato.

O solo com maior produção de acácia-negra neste estudo foi um Neossolo Litólico Eutrófico, pedregoso, com pequena profundidade efetiva, mas com altos teores de nutrientes, sobretudo P e Ca + Mg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABTCP. **ABTCP M 3/69, ABTCP M 10/71**: normas de ensaio. São Paulo, 1968. Não paginado.

BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica e características da fibra de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1983.

BARRICHELLO, L.R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região Sul do Brasil**. Santa Maria, 2003. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINING, D.A.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: Nelson-CSIRO, 1984. 243p.

COLEY, P.D.; BRYANT, J.P.; CHAPIN III, F.S. Resource availability and plant antiherbivore defense. **Science**, v. 230, n. 52, p. 209-33, 1985.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. v. 1, 210p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FARIA, J.M.R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. Lavras, 1996. 108f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- FLEIG, F.D. **Análise econômica de produção de acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, 1993. 104f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.
- KEIL, S.S.; TESSEROLI NETO, E.A.; DEDECEK, R.A.; CURCIO, G.R. Níveis de fósforo e potássio no teor e qualidade de tanino em acácia-negra (*Acácia mearnsii*). In: FERTBIO, 25, 2002. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 2002. 1 CD-ROM.
- MORA, A. D. **Aumento da produção de sementes geneticamente melhoradas de *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia-negra) no Rio Grande do Sul**. Curitiba, 2002. 138f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- NAMBIAR, E. K. S.; BROWN-AG. Towards sustained productivity of tropical plantations: science and practice. In: NAMBIAR-EKS (ed). Management of soil nutrients and water in tropical plantation forests. Canberra : Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR), 1997. p.527-553. (ACIAR Monograph ; 43).
- PAROTTA, J. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 41, p. 115-133, 1992.
- PEREIRA, J.C.; CALDEIRA, M.W.M.; SCHUMACHER, M.V.; HOPE, J.M.; SANTOS, E.M. Exportação de nutrientes em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. idade de corte. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE SUL, Santa Maria, 1999. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1999. p. 158-164.
- RANSEY, J.C.; BERLIN, J.D. Ultra structure of early stages of cotton fiber differentiation. **Botanical Gazette**, v. 137, n. 1, p. 11-19, 1976.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56p.
- SHERRY, S.P. The black wattle (*Acacia mearnsii*). Pietermaritzburg: University of Natal, 1971. 402p.
- SIMON, A.A. **Produção de mudas de acácia-negra : plantio 1998**. Montenegro: TANAGRO, 1999. 3p. (Relatório Técnico).
- SILVA, M.C.; FRIZZO, S.M. Determinação de tanino na casca da *Acácia mearnsii* De Wild. em diferentes alturas do tronco. **Ciência e Natura**, n. 7, p. 57-61, 1985.
- SOCIETY OF LEATHER TECHNOLOGISTS AND CHEMIST. **Official Methods of Analysis**. New York: SLTC, 1996. 607p.
- TIARKS, A.; NAMBIAR, E.K.S.; COSSALTER, C. General background and research strategy. In: CIFOR. **Site management and productivity in tropical plantations**, 2., 1998. Workshop... Pietermaritzburg : CIFOR, 1998. c.3, 11p.
- TONIETTO, L.; STEIN, P. P. Silvicultura da acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild) no Brasil. **Florestar Estatístico**, v. 4, n. 12, p. 11-16, nov.1996/ out.1997.
- TSOUMIS, G.; PANAGIOTIDIS, N. Effect of growth condition on quality characteristics of Black Pine (*Pinus nigra* Arn.). **Wood Science and Technology**, Berlin, v. 14, p. 301-310, 1980.
- ZEIKUS, J.G. Lignin metabolism and the carbon cycle: polymer biosynthesis, biodegradation, and environmental recalcitrance. **Advances in Microbial Ecology**, v. 5, p. 211-243, 1981.