



Biomassa e nutrientes em sistema agrossilvicultural no extremo sul do Brasil¹

Francine Neves Calil²; Márcio Viera³; Mauro Valdir Schumacher⁴; Vicente Guilherme Lopes⁵, Rudi Witschoreck⁶

Resumo: Historicamente na área do pampa gaúcho, composta por grandes propriedades rurais, são produzidas de forma monocultural, carne e grãos. Nesse cenário, os sistemas agrossilviculturais surgem como alternativa de diversificação na produção rural, também permitindo o uso dos recursos naturais de maneira mais eficiente. Dessa forma objetivou-se quantificar a biomassa e os nutrientes contidos nos diferentes componentes de um sistema agrossilvicultural (eucalipto + sorgo / girassol / canola) na região extremo sul do Brasil. O eucalipto foi plantado no espaçamento 10,0 m x (3,0 m x 2,0 m) e as culturas agrícolas foram semeadas manualmente na entrelinha da espécie florestal, durante os três anos iniciais. Foram determinadas a biomassa e a quantidade de nutrientes do sorgo (folhas, grãos e colmo), do girassol (folhas, caule, capítulo), da canola (grãos, caule e vagem) e do eucalipto (folhas, galhos, casca e madeira) aos 18 meses de idade. A biomassa do sorgo foi de 9.866,3 kg ha⁻¹ (17,6% de folhas, 47,8% de colmo e 34,6% de grãos), do girassol de 11.958,1 kg ha⁻¹ (21,6% de capítulo, 24,0% de folhas, 21,3% de grãos e 33,0% de caule), da canola de 4.651 kg ha⁻¹ (46,1% de caule, 28,2% de sementes e 25,7% de vagem) e do eucalipto 10.974,3 kg ha⁻¹ (45,3% de madeira, 8,4% de casca, 26,3% de galhos e 20,0% de folhas). A produtividade dos componentes agrícolas do sistema agrossilvicultural foi considerada satisfatória, sendo recomendada a colheita apenas do compartimento grãos principal responsável pela exportação de fósforo.

Palavras-chave: cultivos agrossilviculturais; compartimentação da biomassa; compartimentação dos nutrientes; silvicultura.

Biomass and nutrients in an agroforestry system in the most southerly Brazil

Abstract: Historically, in southerly Brazil, composed of large rural estates, meat and grains are produced in a monocultural system. In this scenario, agroforestry systems arise as an alternative to diversify rural production, also allowing the use of natural resources more efficiently. Thus, in this study, we aimed to quantify the biomass and nutrients contained in the different components of an agroforestry system (eucalyptus + sorghum/sunflower/canola) in the extreme south of Brazil. The eucalyptus was planted at spacing 10.0 m x (3.0 m x 2.0 m) and agricultural crops were sown manually between rows of the forest species, during the initial three years. We determined the biomass and nutrient content of sorghum (leaves, grain and stem), sunflower (leaves, stem, grains and flowers), canola (grain, stem and pod) and eucalyptus (leaves, branches, bark and wood) at 18 months of age. The biomass of sorghum was 9,866.3 kg ha⁻¹ (17.6% leaves, 47.8% stem and 34.6% grain); of sunflower 11,958.1 kg ha⁻¹ (21.6% grains and flowers, 24.0% leaves, 21.3% grain and 33.0% stem), of canola 4,651 kg ha⁻¹ (46.1% stem, 28.2% seeds and 25.7% pod) and eucalyptus 10,974.3 kg ha⁻¹ (45.3% wood, 8.4% bark, 26.3% branches and 20.0% leaves). The productivity of the agricultural components of an agroforestry system was considered satisfactory, and the harvesting is recommended only for the main grain fraction, responsible for P export.

Key-words: agroforestry systems; biomass partitioning; nutrient partitioning;

¹ Recebido em 11.04.2013 e aceito para publicação como **artigo científico** em 07.10.2013.

² Engenheira Florestal, Dra., Professora Adjunta da Universidade Federal de Goiás, Rodovia Goiânia, Nova Veneza, Km 0, Campus Samambaia, Goiânia-GO, Brasil, CEP: 74.690-900, Caixa Postal 131. E-mail: <francine.calil@terra.com.br>.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento Multidisciplinar, Unidade Descentralizada de Ensino Superior de Silveira Martins/UFMS, Silveira Martins-RS. E-mail: <vieraflorestal@yahoo.com.br>.

⁴ Engenheiro Florestal, Dr. nat. techn., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: <mvschumacher@gmail.com>.

⁵ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Temporário do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: <viguilopes@yahoo.com.br>.

⁶ Engenheiro Florestal, M.Sc., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Email: <rwitschoreck@yahoo.com>.

Introdução

Os sistemas agroflorestais são formas de uso e manejo de espécies lenhosas em associações deliberadas com cultivos agrícolas, na mesma área, para se obter benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes (VIVAN e FLORIANI, 2006).

Segundo Young (1989) e Mattos (2006), a prática agrossilvicultural, quando comparada com o monocultivo florestal, apresenta diversas vantagens para o produtor rural, tais como: redução dos custos de implantação e manutenção, melhoria na alimentação do homem do campo, equilíbrio da demanda por mão-de-obra e maior variedade de produtos e/ou serviços. Além da melhoria do aspecto ambiental, em relação ao controle de erosão, conservação e manutenção da fertilidade do solo.

Entre os diversos sistemas agropecuários de uso da terra, os sistemas agrossilviculturais são aqueles que acumulam maior ativo de biomassa (OSTERROHT, 2002). Lima (1996) menciona que o primeiro trabalho publicado sobre o uso de eucalipto em sistemas agroflorestais no país foi o de Gurgel Filho (1962), que testou diferentes densidades de plantio de milho intercalado entre fileiras de eucalipto, em região de cerrado no sul da região sudeste do país. O autor verificou que os reflexos advindos a um povoamento de eucalipto (*Eucalyptus alba* Reinw.), no espaçamento de 3 m x 1,5 m, em decorrência do plantio intercalar de milho, quando da instalação de um povoamento de eucalipto. Observou que à medida que aumentava o número de linhas de milho entre as linhas de eucalipto, crescia o prejuízo causado pela espécie agrícola à espécie florestal.

A definição da composição de espécies nesses sistemas deve ser elaborada de forma abrangente, considerando diversos aspectos, dentre os quais merecem destaque: integração entre as espécies, sustentabilidade econômica, impacto sobre a mão de obra local, variedades de plantas utilizadas, tratos culturais, logística de transporte, finalidade da produção e

distância do mercado consumidor (CARVALHO, 2006).

Dessa forma, o estudo sobre sistemas agrossilviculturais, principalmente no que diz respeito às práticas agrícolas e silviculturais aplicadas nesses cultivos, é de extrema importância. Em áreas com relativamente baixo potencial produtivo para um grande número de espécies cultivadas, como é o caso da região Sul do estado do Rio Grande do Sul (Campanha Gaúcha), onde há poucos estudos sobre o desenvolvimento das espécies utilizadas em consórcios, é de suma importância que se tenha o conhecimento técnico-científico em relação às características nutricionais do sistema solo-planta, para aumentar a produtividade desses sistemas e mantê-la para ciclos futuros. Além de determinar práticas agrossilviculturais de baixo impacto nutricional no sítio (VIERA, 2010). Nesse sentido, a estimativa da biomassa e dos nutrientes torna-se premente para a obtenção e definição de técnicas que visem à conservação da capacidade produtiva dos solos (VIERA et al., 2013).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar produção de biomassa e alocação de nutrientes das espécies envolvidas no sistema agrossilvicultural (eucalipto + sorgo / girassol / canola) na região do pampa gaúcho, no extremo sul do Brasil.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado em área experimental localizada no município de Candiota-RS (Figura 1), apresentando as seguintes coordenadas geográficas centrais: 31° 45' 50.7" S e 53° 50' 34.9" W, numa altitude de 175 m acima do nível do mar.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical, em que a temperatura mínima média é 17,8 °C e a temperatura máxima média é 28,9 °C. A precipitação pluviométrica média anual de 1.414 mm (AGRITEMPO, 2010). O solo é classificado como Neossolo Litólico Distro-úmbrico fragmentário Ta textura argilosa/argilosa cascalhenta fase relevo suave

ondulado (STRECK et al., 2008)



Figura 1 – Croqui de localização do município de Candiota na região do pampa gaúcho.

Figure 1 – Location of the municipality of Candiota in southerly Brazil.

O plantio do eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) foi realizado manualmente em dezembro de 2005 em espaçamento de 10,0 m x (3,0 m x 2,0 m) em linhas duplas de plantio, as quais foram dispostas respeitando o sentido leste-oeste. Para a implantação do eucalipto, foi realizada subsolagem na linha de plantio, com subsolador de uma haste, atingindo uma profundidade média de 50 cm. Concomitantemente a essa operação, foi aplicada adubação química ao solo, na linha de plantio, com a seguinte formulação: 06:30:06 da fórmula N - P₂O₅ - K₂O + 7% de Ca + 6% de S + 0,1% de B + 0,5% de Cu, sendo aplicados 300 kg ha⁻¹.

Logo após a implantação do eucalipto (ano 0 - 2006), na entrelinha de plantio, foi realizada manualmente a semeadura da primeira cultura agrícola, o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). No ano 1 (2007) foi realizada a semeadura do girassol (*Helianthus annuus* L.) e no ano 2 (2008) a canola (*Brassica napus* L.), sendo ambas as espécies semeadas manualmente nas entrelinhas do eucalipto.

O estoque de biomassa e nutrientes acima do

solo das culturas agrícolas foi determinado por meio da demarcação aleatória de quatro parcelas de 1 m² para cada espécie. No interior de cada parcela, foi amostrada toda a biomassa acima do solo, com o uso de tesoura de poda para fazer o corte da totalidade da planta rente ao solo, e posterior separação nas frações.

A biomassa do sorgo foi dividida em folhas, grãos e colmo; a biomassa do girassol foi dividida em folhas, caule, capítulo e grãos e a biomassa da canola foi dividida em grãos, caule e vagem. A biomassa do eucalipto foi determinada aos 18 meses de idade, abatendo-se seis árvores e fracionando-as em folhas, casca, galhos e madeira.

Para cada fração, após o abate e separação dos componentes, foi quantificada a massa total em balança digital de precisão (1 g). Em seguida cada componente teve sua biomassa amostrada, pesada e embalada em sacos plásticos e enviada ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Em laboratório, as amostras de biomassa foram colocadas para secagem em estufa de circulação e renovação de ar, a 70 °C, por 72 horas, sendo então determinada a massa seca em balança digital de precisão (0,01 g).

O cálculo da quantidade de nutrientes, nos compartimentos das espécies envolvidas no consórcio, foi efetuado por meio do produto do teor médio de nutrientes pela biomassa seca. A determinação dos teores de nitrogênio foi realizada pelo método Kjeldahl, do fósforo por espectrometria visível, do potássio por fotometria de chama, do enxofre por turbidimetria; do cálcio, magnésio, ferro e manganês por espectrofotometria de absorção atômica, seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Resultados e discussão

Biomassa do Sistema Agrossilvicultural

O sorgo apresentou biomassa acima do solo de 9.866,3 kg ha⁻¹, sendo 1.733,5 kg ha⁻¹ de folhas, 4.715,4 kg ha⁻¹ no colmo e 3.417,4 kg ha⁻¹ de grãos (Tabela 1). Coelho (2002) afirma

que a área cultivada e a produção brasileira de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) cresceram substancialmente nos últimos 30 anos (1973 a 2002), representando, respectivamente, aumentos de 317.400 ha e de 529.090 Mg, atingindo 496.862 ha e produção total de 1.057.958 Mg na safra de 2002. Apesar desse crescimento significativo em área e produção, a produtividade é considerada baixa (1.500 a 2.500 kg ha⁻¹) e extremamente variável ao

longo dos anos, típica de uma cultura semeada em condições marginais de clima e, principalmente, sem uso de tecnologias. De acordo com o IBGE (2007), o rendimento médio na produção de grãos de sorgo para a região sul do Brasil é 2.834 kg ha⁻¹. Com base nessa informação é possível afirmar que a produção obtida na área experimental apresentou valores satisfatórios.

TABELA 1 – Biomassa das diferentes espécies utilizadas em sistema agrossilvicultural na região extremo sul do Brasil.
TABLE 1 – Biomass of different species used in an agroforestry system in the extreme south of Brazil.

Espécie	Biomassa (kg ha ⁻¹)				
	Colmo	Grãos	Folhas	Total	
Sorgo	4715,4 ^{(47,8)*}	3417,4 ^(34,6)	1733,5 ^(17,6)	9866,3	
Canola	Caule	Semente	Vagem	Total	
	2142,6 ^(46,1)	1312,7 ^(28,2)	1195,7 ^(25,7)	4651,0	
Girassol	Caule	Grãos	Folhas	Capítulo	Total
	3950,3 ^(33,0)	2549,3 ^(21,3)	2873,6 ^(24,0)	2584,9 ^(21,7)	11958,1
Eucalipto	Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Total
	4.969,5 ^(45,3)	927,1 ^(8,4)	2.886,9 ^(26,3)	2.190,8 ^(20,0)	10.974,3

* Valores entre parênteses referem-se à porcentagem de cada componente em relação ao total da espécie.

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma fonte importante de óleo comestível. Sua produção mundial ultrapassa 20 milhões de toneladas anuais de grãos. O rendimento de grãos na lavoura de girassol pode atingir e ultrapassar 2.500 kg ha⁻¹, com a tecnologia nacional atualmente disponível. Em áreas experimentais há registro de rendimentos superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (LASCA, 2007). A produtividade na área experimental foi de 2.549 kg ha⁻¹, podendo ser considerada satisfatória em relação à média nacional. A biomassa total acima do solo foi de 11.958,1 kg ha⁻¹, sendo dividida em 24,03% nas folhas; 21,62% no capítulo; 21,32% nos grãos e 33,03% no caule.

A canola, dentre as três culturas agrícolas, foi a que apresentou a menor biomassa (4.651 kg ha⁻¹). Isso se deve, em parte, ao seu baixo porte, inferior às demais espécies e, por ter sido implantada quando o eucalipto encontrava-se no terceiro ano de idade, o que reduziu a área útil de cultivo agrícola devido ao

sombreamento.

Apenas 53,7% da biomassa do eucalipto são formadas pelo fuste (madeira + casca), e o restante pela copa (folhas + galhos). Isso é justificado pelo estado de juvenildade em que o povoamento se encontrava (18 meses de idade) e devido ao maior espaço entrelinhas proporcionado pelo sistema agrossilvicultural. Dessa forma, devido ao dossel não estar completamente fechado, ocorre maior disponibilidade luminosa em toda a extensão da copa, favorecendo o crescimento de galhos e folhas da base ao topo do fuste. Esses valores devem-se inverter com o desenvolvimento do eucalipto e consequente fechamento do dossel e senescência da parte média-inferior da copa, que deixara de ser uma fonte consumidora de fotoassimilados, sendo estes, a partir de então, acumulados, em parte, na biomassa do fuste. Isso também é salientado por Schumacher (1992), afirmando que durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, boa parte dos

carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa, mas com o passar do tempo, quando as copas iniciam a competir entre si por espaço, a produção relativa do tronco aumenta e as de folhas e ramos diminui gradativamente.

Reis et al. (1985), estudando o acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado, observaram que na fase inicial de desenvolvimento do povoamento (15 meses de idade), a biomassa contida nos componentes madeira + casca é inferior a 45% do total da biomassa aérea. Mas com o passar do tempo, esses componentes iniciaram uma crescente elevação na contribuição, até atingir mais de 85% da biomassa aérea total aos 73 meses de idade. Poggiani et al. (1983) e Pereira et al. (1984), analisando povoamentos de *E. saligna* aos oito e nove anos de idade, respectivamente, verificaram que, em média, 85% da biomassa aérea encontrava-se no fuste (madeira + casca) e o restante na copa. Já Santana et al. (1999) encontraram valores superiores em relação aos encontrados pelos autores citados anteriormente, variando entre 88 e 92% a biomassa de fuste em diferentes procedências de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* em 5 sítios diferentes aos 6,5 anos de idade, no estado de São Paulo. Mas cabe ressaltar, que todos os estudos citados anteriormente foram realizados em plantios monoespecíficos de eucaliptos.

Nutrientes no sistema agrossilvicultural

Considerando a quantidade de nutrientes na biomassa total, a magnitude foi distinta entre as espécies. O sorgo e o eucalipto apresentaram maior acúmulo de nitrogênio, já o girassol e a canola maior acúmulo de potássio em relação aos demais nutrientes. Dessa forma, o sorgo apresenta a seguinte magnitude de acúmulo: $N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn$, o girassol: $K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn$, a canola: $K > Ca > N > P > Mg > S > Mn > Fe$, e o eucalipto: $N > Ca > K > Mg > P > S > Mn > Fe$.

De modo geral, o compartimento grãos das três espécies agrícolas acumula as maiores

quantidades de fósforo em relação aos demais componentes da planta. A maior quantidade de fósforo nos grãos é explicada, em parte, por esse elemento ter a função de estimular o crescimento, acelerar a maturação e ajudar a formação das sementes (FERRI, 1985). Essa maior quantidade de fósforo nos grãos também foi verificada em outros tipos de sistemas agrossilviculturais, como no estudo realizado por Mafra et al. (1998), com leucena consorciada com milho + feijão, por Marin et al. (2006), em um sistema agrossilvicultural de *Gliricidia sepium* (leguminosa arbórea) com milho, e por Kleinpaul (2008) e Viera (2010), com plantios de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii*. Segundo os autores, esse maior acúmulo de P nos grãos implicará em uma maior exportação pela colheita, em relação aos demais nutrientes que podem retornar ao solo através da decomposição dos restos culturais que permanecem sobre a superfície.

Os demais nutrientes estão estocados em maiores quantidades nos seguintes componentes: grãos para N, K, Mg, S e Fe, folhas para o Ca e Colmo para o Mg, em relação a biomassa total do sorgo; caule para P e folhas para os demais nutrientes contidos na biomassa do girassol; grãos para N e vagem para os demais nutrientes contidos na biomassa da canola. Por fim, o eucalipto, com exceção ao Ca que está mais acumulado na casca, a fração folhas contém as maiores quantidades de nutrientes.

Estudando um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*, Viera et al. (2013), corroborando com o presente estudo, verificaram que, em termos gerais, as folhas apresentaram os maiores teores de nutrientes e atribuíram isso ao fato das folhas possuírem maior atividade metabólica, sendo a região onde estão a maioria das células vivas, responsáveis pela fotossíntese e pela transpiração. Os mesmos autores encontraram os menores teores de nutrientes na madeira do tronco, porém, representando a maior parte da biomassa e conseqüentemente a maior quantidade de nutrientes armazenados.

É importante salientar o papel das folhas,



que formam a serapilheira do eucalipto, como principal via de ciclagem de nutrientes para o sistema. Brun et al. (2013) destacam a importância em se conhecer os aspectos

relacionados a deposição de serapilheira, associando esse conhecimento a busca do manejo sustentável dos solos e recursos minerais.

TABELA 2 – Quantidade de nutrientes nos componentes de diferentes espécies em sistema agrossilvicultural na região extremo sul do Brasil.

TABLE 2 – Nutrient contents in the components of different species in an agroforestry system in the most southerly Brazil.

Frações	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn
	Kg ha ⁻¹							
Sorgo								
Colmo	13,8 ^{(6,6)*}	14,4 ^(32,6)	23,5 ^(23,9)	14,9 ^(27,6)	4,9 ^(26,3)	2,1 ^(35,5)	1,3 ^(29,2)	0,7 ^(47,2)
Grãos	172,4 ^(82,2)	24,1 ^(54,4)	54,2 ^(55,1)	5,3 ^(9,5)	7,3 ^(39,3)	2,3 ^(39,2)	1,7 ^(36,9)	0,3 ^(24,3)
Folhas	23,5 ^(11,2)	5,8 ^(13,0)	20,6 ^(21,0)	34,0 ^(62,9)	6,4 ^(34,4)	1,5 ^(25,3)	1,5 ^(33,9)	0,4 ^(28,6)
Total	209,7	44,2	98,3	54,1	18,6	5,8	4,5	1,4
Canola								
Caule	7,1 ^(9,0)	1,9 ^(11,8)	40,7 ^(31,6)	24,1 ^(29,9)	1,9 ^(18,0)	1,6 ^(29,4)	0,06 ^(14,9)	0,21 ^(27,4)
Semente	46,7 ^(59,3)	9,5 ^(58,1)	10,2 ^(7,9)	7,8 ^(9,7)	3,8 ^(35,9)	0,9 ^(17,3)	0,08 ^(19,6)	0,08 ^(10,4)
Vagem	25,0 ^(31,7)	4,9 ^(30,1)	77,8 ^(60,5)	48,6 ^(60,4)	4,9 ^(46,1)	2,9 ^(53,3)	0,27 ^(65,5)	0,48 ^(62,2)
Total	78,8	16,3	128,7	80,5	10,7	5,4	0,41	0,78
Girassol								
Caule	47,6 ^(18,0)	2,8 ^(5,9)	165,7 ^(40,9)	42,0 ^(22,2)	14,8 ^(28,3)	1,7 ^(17,3)	0,2 ^(10,4)	0,2 ^(14,5)
Grãos	86,5 ^(32,6)	24,6 ^(52,2)	25,8 ^(6,4)	6,9 ^(3,6)	9,8 ^(18,9)	2,2 ^(22,6)	0,3 ^(15,4)	0,1 ^(7,6)
Folhas	97,3 ^(36,7)	12,2 ^(26,0)	127,6 ^(31,4)	112,6 ^(59,5)	22,2 ^(42,4)	4,7 ^(49,1)	1,2 ^(67,6)	0,9 ^(68,7)
Capítulo	33,5 ^(12,7)	7,5 ^(15,9)	86,5 ^(21,3)	27,7 ^(14,7)	5,4 ^(10,4)	1,1 ^(11,0)	0,1 ^(6,6)	0,1 ^(9,2)
Total	264,9	47,0	405,5	189,3	52,2	9,5	1,8	1,3
Eucalipto								
Madeira	10,7 ^(12,4)	2,5 ^(24,4)	22,9 ^(31,6)	12,6 ^(15,4)	3,1 ^(18,4)	1,3 ^(16,5)	0,09 ^(33,3)	0,39 ^(10,2)
Casca	11,0 ^(12,7)	1,9 ^(18,3)	16,3 ^(22,5)	32,4 ^(39,6)	5,2 ^(31,2)	1,3 ^(16,3)	0,02 ^(7,5)	0,57 ^(15,0)
Galhos	5,5 ^(6,5)	0,7 ^(6,8)	8,9 ^(12,3)	18,7 ^(22,8)	2,9 ^(17,1)	0,6 ^(8,1)	0,03 ^(11,1)	0,36 ^(9,4)
Folhas	58,9 ^(68,4)	5,2 ^(50,5)	24,3 ^(33,6)	18,2 ^(22,2)	5,6 ^(33,3)	4,6 ^(59,1)	0,13 ^(48,1)	2,49 ^(65,4)
Total	86,1	10,4	72,3	81,8	16,7	7,8	0,27	3,81

Simulação da intensidade de colheita em sistemas agrossilviculturais

Considerando que a colheita do eucalipto ocorrerá apenas no sétimo ano de idade, enquanto que as culturas agrícolas tiveram todo o seu ciclo de vida considerado nesse período. Com isso, a simulação da intensidade de colheita será baseada apenas para o sorgo, girassol e a canola. Neste estudo, devido ao espaçamento mais amplo nas entrelinhas do plantio de eucalipto (10 m), poder-se-ia realizar a colheita mecanizada das culturas agrícolas retirando-se apenas o compartimento grãos do sistema agrossilvicultural, deixando os demais resíduos dispostos sobre o solo. Utilizando-se

essa prática de exploração, a porcentagem de nutrientes exportados pode ser reduzida drasticamente, principalmente para o cálcio que atinge valores inferiores a 15% do total acumulado na biomassa acima do solo (Figura 2).

Com essa prática de colheita, apenas o N, P e K para o sorgo, N e P para a canola e o P para o girassol sofreriam exportações acima de 50% do seu conteúdo total acumulado na biomassa acima do solo. No estudo realizado por Viera (2010), com milho em sistemas agrossilviculturais (eucalipto e acácia-negra), o autor encontrou situação semelhante à desse estudo, onde a remoção apenas do compartimento grãos reduziria a exportação de

nutrientes para menos de 50% com exceção do N (51,7%) e P (68,1%).

Dessa forma, deve-se evitar a remoção total dos resíduos durante a colheita das espécies agrícolas. Segundo Viera (2010), a manutenção dos resíduos contribuiria com a sustentabilidade ambiental, através do incremento da disponibilidade de nutrientes após a decomposição desse material e consequente diminuição do uso de adubação, para reposição

nutricional do sítio agrossilvicultural. Mais da metade da quantidade total de P acumulados na biomassa seca da parte aérea das três espécies agrícolas utilizadas no sistema agrossilvicultural encontram-se nos grãos. Mesmo com a manutenção dos resíduos nos sistemas agrossilviculturais, faz-se necessária a reposição deste nutriente em cultivos seguintes, em decorrência da grande quantidade que são exportados pelos grãos

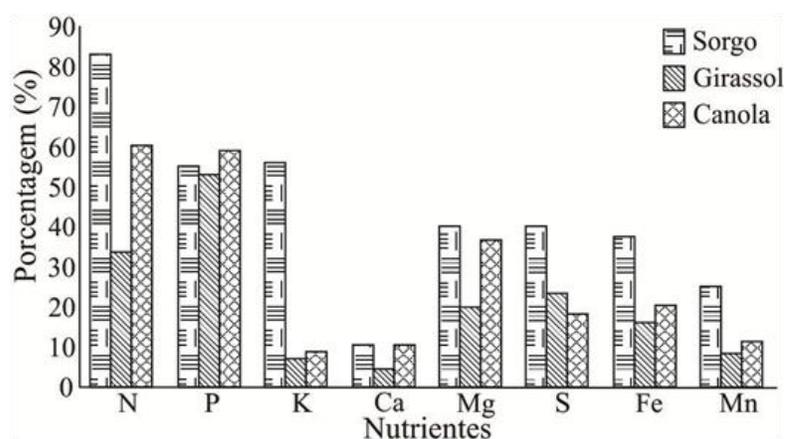


Figura 2 – Porcentagem de exportação de nutrientes por meio da colheita do compartimento grãos.

Figure 2 – Percentage of nutrient export through the harvesting in the grain fraction.

Conclusões

A produtividade do sorgo, girassol e canola, cultivados em sistema agrossilvicultural foram considerados satisfatórios.

A colheita apenas do compartimento grãos é a mais indicada para reduzir a exportação de nutrientes.

O fósforo é o nutriente mais exportado pela colheita dos grãos das culturas agrícolas estudadas.

Referências

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=RS>. Acessado em: 27 de abril de 2010.

BRUN, E. J.; FERRAZ, M. O.; ARAÚJO, E. F.

Relação entre o acúmulo de serapilheira sobre o solo e variáveis dendrométricas em povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, em Eldorado do Sul/RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.1, p.24-31, jan./abr., 2013.

CARVALHO, J. E. U. Utilização de espécies frutíferas em sistemas agroflorestais na amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. (Eds.). **Sistemas agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 169-176.

COELHO, A. M. Seja o doutor do seu sorgo. **Arquivo do Agrônomo**, São Paulo: Potafos, n. 14, 2002.



FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal** 1. 2. ed. São Paulo, Brasil: EPU, 1985. 362 p.

GURGEL FILHO, O. A. **Plantio de eucalipto consorciado com milho**. Silvicultura em São Paulo. v.1, n.1, p.85-102. 1962.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/30052003lspa.shtm>. Acessado em 10/02/2007.

KLEINPAUL, I. S. **Plantio misto de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agroflorestal**. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

LASCA, D. H. C. **Girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Disponível em: <http://www.agrobyte.com.br/girassol.htm>. Acessado em 10/5/2007.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2 ed. São Paulo: USP, 1996. 301 p.

MAFRA, A. L. et al. Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aléias” e em cerrado na região de Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 41-54, dez. 1998.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, E. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 555-564, maio/jun., 2006.

MATTOS, L. Capital social na concepção de políticas públicas: a importância socioeconômica e ecológica dos sistemas agroflorestais frente aos mecanismos de desenvolvimento. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. (Eds.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento**

sustentável. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2006. p. 343-365.

OSTERROHT, V. M. Manejo de Sistemas Agroflorestais (SAFs). **Agroecologia Hoje**, n.15, p.12-13, 2002.

PEREIRA, A. P. et al. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v.15, n. 1, p.18-26, 1984.

POGGIANI, F. et al. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n. 25, p. 37-39. 1983.

REIS, M. G. F. et al. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no Cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v. 9, n. 2, p. 149-162, 1985.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do estado de São Paulo. IPEF, Piracicaba, n. 56, p. 155 – 169, dez. 1999.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – ESALQ/USP, Piracicaba.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

TEDESCO, M. J. A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre,

Departamento de Solos: UFRGS. 118 p. (Boletim Técnico). 1995.

VIERA, M. **Crescimento inicial e produtividade de plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agrossilvicultural.** 2010. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.

VIERA, et al. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*, em Eldorado do Sul-RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.1, p.1-13, jan./abr., 2013.

VIVAN, J. L. e FLORIANI, G. S. Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais em rede na Mata Atlântica. In: VILCAHUAMÁN, L. J. M. et al. (Eds.). **Sistemas agroflorestais e desenvolvimento com proteção ambiental: práticas e tecnologias desenvolvidas.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006. p. 9–34.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation.** ICRAF: Science and Practice of agroforestry. 1989. 276 p.