ISSN 0103-9954

ESTOQUE DE NUTRIENTES EM CONSÓRCIOS DE *Eucalyptus urograndis*, *Acacia mearnsii* E *Zea mays*

NUTRIENTS POOL IN CONSORTIA OF *Eucalyptus urograndis*, *Acacia mearnsii* AND *Zea mays*

Márcio Viera[1] Mauro Valdir Schumacher[2] Isabel Sandra Kleinpaul[3]

RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar o estoque de nutrientes em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em consórcio com *Zea mays*. A determinação da quantidade de nutrientes das espécies florestais foi realizada nos tratamentos: 100E (100% de eucalipto); 100A (100% de acácia-negra) e 50E:50A (50% de eucalipto + 50% de acácia-negra). Já, para o milho foi realizada em todos os tratamentos (100E; 100A; 50E:50A; 75E:25A - 75% de eucalipto + 25% de acácia-negra e 25E:75A - 25% de eucalipto + 75% de acácia-negra). O delineamento adotado foi de blocos ao acaso com três repetições. A magnitude do estoque de nutrientes na biomassa total do sistema agrossilvicultural foi: N > K > Ca > Mg > P > S, para os macronutrientes, e Mn > Fe > Zn > B > Cu, para os micronutrientes. Devido à grande exportação de nutrientes pela colheita da espiga do milho, devem-se manter os resíduos culturais nos sistemas agrossilviculturais e fazer reposição nutricional, principalmente de P, N, K, S e Zn, em cultivos seguintes, em decorrência da grande quantidade que é exportada pela extração da espiga, a qual chega a 75,3; 60,6; 59,9; 55,8 e 53,8%, respectivamente, em relação ao total estocado na biomassa agrícola.

Palavras-chave: povoamentos mistos; espécies florestais; colheita agrícola; exportação de nutrientes.

ABSTRACT

This study aimed to determine the nutrient pool in monospecific and mixed stands of *Eucalyptus urograndis* and *Acacia mearnsii* in a consortium with *Zea mays*.The amount determination of nutrients of forest species was carried out in the treatments: 100E (100% of eucalypt); 100A (100% of black wattle) and 50E:50A (50% of eucalypt + 50% of black-wattle). On the other hand, for corn, it was carried out in all treatments (100E; 100A, 50E:50A; 75E:25A – 75% of eucalypt + 25% black-wattle and 25E:75A – 25% of eucalypt + 75% of black wattle). The experiment was conducted in a randomized block with three replications. The magnitude of the nutrient pool in the agrossilvicultural systems biomass was: N> K > Ca > Mg > P > S, for macronutrients, and Mn > Fe > Zn > B > Cu, for micronutrients. Due to the great export of nutrients through the corn harvest, residues should be kept and it is necessary to make a nutritional reposition, mainly with P, N, K, S and Zn in the following crops, because of the higher amount that are exported with the extraction of the corn cob, which reaches 75.3; 60.6; 59.9; 55.8 e 53.8%, respectively, in relation to the total stocked in the biomass.

Keywords: mixed stands; forestry species; crop harvesting; nutrients export.

1 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento Multidisciplinar da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Silveira Martins, Rua Francisco Guerino, 407, Centro, CEP 97195-000, Silveira Martins (RS). vieraflorestal@yahoo.com.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). mvschumacher@gmail.com

3 Engenheira Florestal, Mestre em Engenharia Florestal pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). isabelkleinpaul@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 27/02/2010 e aceito em 29/09/2011

INTRODUÇÃO

A quantificação do estoque de nutrientes em qualquer sistema de cultivo é de fundamental importância para que se conheça a dinâmica dos nutrientes nos diversos compartimentos do mesmo (CALDEIRA et al., 1999a; CALDEIRA et al., 2003). Podendo-se encontrar indicadores de possíveis impactos que algumas técnicas agrossilviculturais podem causar. O estudo da exportação de nutrientes através da colheita da biomassa agrícola-florestal é a base para o entendimento da dinâmica nutricional em sistemas agrossilviculturais e, no caso de sistemas iniciais, é vital para a produção contínua e sustentada, possibilitando a previsão de situações que poderiam ser críticas a médio e longo prazo, tanto em relação à produtividade como em relação às características químicas do solo (COUTO et al., 2004).

Para Ferreira et al. (2004) e Cobb et al. (2008), a remoção de nutrientes pela colheita seria um dos fatores a ser considerado, devido à preocupação com a manutenção da produtividade dos sítios, principalmente em condições de baixo suprimento pelo solo de elementos essenciais às espécies. Explorações intensivas em rotações curtas, sem previsão de um período mínimo necessário para reposição de nutrientes, têm sido apontadas pelos autores supracitados como as maiores responsáveis pelo exaurimento químico do solo. Portanto, estimar a remoção de nutrientes através dos diferentes componentes das espécies é importante para a compreensão de um manejo conveniente (GOLLEY, 1975; LA TORRACA et al., 1984; SCHUMACHER, 1992; CALDEIRA et al., 1999a; CALDEIRA et al., 2003).

A adoção de plantios consorciados em solos de baixa fertilidade pode representar maior capacidade de uso dos nutrientes, sendo que estes, quando incorporados à biomassa e devolvidos ao solo, via serapilheira, podem ser reabsorvidos por aquelas plantas cujas raízes nem sempre teriam capacidade de retirá-los das camadas mais profundas (COELHO, 2006).

De acordo com Lopes e Garcia (2002), a vantagem de consorciar culturas agrícolas e pastagens com uma cultura florestal está em se explorar níveis mais profundos do solo. Essa integração, segundo os autores, permite que as raízes das árvores, as quais se desenvolvem mais profundamente, absorvam nutrientes para no futuro serem incorporados à camada mais superficial do solo, por meio das folhas das árvores que caem naturalmente e ramos que serão retirados durante as podas de condução. Já as culturas agrícolas de ciclo curto, possuem raízes mais superficiais, beneficiando-se da matéria orgânica produzida pelas árvores.

Além disso, a integração das espécies deve levar em consideração as características das plantas em relação ao melhor aproveitamento da radiação solar, da água e dos nutrientes (CARVALHO, 2006). Silva et al. (2006) consideram importante, no manejo de sistemas agrossilviculturais, associar o período de maior disponibilidade de nutrientes no sistema à prática da poda com a demanda da cultura de interesse comercial. Pois assim, há um aumento de nutrientes no solo, reduzindo a quantidade aplicada de fertilizantes químicos.

No entanto, há carência de informações sobre as melhores combinações de plantios mistos e sobre o potencial desses sistemas para a produção sustentável. Para áreas com baixo potencial produtivo, como por exemplo, a região Sul do estado do Rio Grande do Sul, 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-las para ciclos futuros. Considerando tais aspectos, o estudo teve por objetivo determinar o acúmulo de nutrientes em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em consórcio com *Zea mays.*

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

A área experimental foi instalada no município de Bagé, na região da Campanha Meridional do Estado do Rio Grande do Sul. Localizando-se nas coordenadas geográficas centrais de 31°14'43" de latitude Sul e 54°04'55" longitude Oeste, com altitude média de 242 m em relação ao nível médio do mar.

Segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima fundamental predominante é o Cfa (subtropical úmido), a precipitação média anual na região é de 1.364 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 17,5°C, sendo que a média das máximas é de 23,5ºC e a média das temperaturas mínimas é de 12,3°C (MORENO, 1961). O solo da área experimental (Tabela 1) é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (STRECK et al., 2008).

TABELA 1: Atributos químicos do solo.
TABLE 1: Chemical properties of soil.

Prof. (cm)	MO ($g\ kg^{-1}$)	pH (H_2O)	Al	H + Al	$CTC_{efetiva}$	$CTC_{pH\ 7}$	P	K	Ca	Mg	m	v
			$cmol_c\ dm^{-3}$				$mg\ dm^{-3}$		$cmol_c\ dm^{-3}$		(%)	
0-5	20,0	4,8	0,9	6,5	2,8	8,4	6,7	80,3	1,0	0,7	32,5	22,4
5-10	18,0	4,8	1,0	7,8	2,9	9,6	3,6	54,6	1,0	0,7	37,6	19,4
10-20	14,0	4,7	1,3	7,8	2,7	9,3	2,0	36,6	0,8	0,6	47,6	16,4
20-30	11,0	4,7	1,5	8,5	3,0	10,0	1,2	31,0	0,8	0,6	52,8	15,0

Delineamento e instalação do experimento

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 3 repetições (blocos). Os tratamentos utilizados foram: - 100E (100% de eucalipto + milho na entrelinha); - 100A (100% de acácia-negra + milho na entrelinha); - 50E:50A (50% de eucalipto + 50% de acácia-negra + milho na entrelinha); - 75E:25A (75% de eucalipto + 25% de acácia-negra + milho na entrelinha); e - 25E:75A (25% de eucalipto + 75% de acácia-negra + milho na entrelinha).

O espaçamento utilizado foi de 4,0 m x 1,5 m. A área total de cada parcela foi de 1.224 m^2 (25,5 m x 48,0 m). Foram deixados 6 metros entre tratamentos e entre blocos, para não ocorrer interferência de um tratamento sobre outro e para sua divisão. Para as avaliações e/ou mensurações, considerou-se bordadura dupla para isolar possíveis interferências externas nos dados obtidos nos tratamentos.

Para a implantação das espécies florestais, foi realizada subsolagem, em uma profundidade média de 50 cm, na linha de plantio, com subsolador de uma haste. Concomitantemente a essa operação, foi aplicada adubação química ao solo, na linha de plantio, com a seguinte formulação: 06:30:06 da fórmula N - P_2O_5 - K_2O + 7% de Ca + 6% de S + 0,1% de B + 0,5% de Cu, sendo aplicados 300 kg ha^{-1}. Em seguida, foram realizadas duas gradagens na linha de plantio, devido à intensa presença de gramíneas.

O plantio das mudas clonais de eucalipto e seminais de acácia-negra foi realizado, manualmente, em novembro de 2007. Na ocasião do plantio, como também antes, realizou-se o controle de formigas, com formicida granulado, sendo aplicados 6 gramas de formicida a cada 16 m^2. Logo após a implantação das espécies florestais, foi realizada a semeadura do milho. Tal procedimento foi realizado através de uma plantadeira hidráulica acoplada ao trator, com adição de 180 kg ha^{-1} de sulfato de amônia. A semeadura do milho foi realizada entre as linhas de eucalipto e/ou acácia-negra e foram semeadas 3 linhas de milho, em cada entrelinha de árvores, com distância de 0,80 m entre si e distanciadas 1,2 m das linhas de eucalipto e/ou acácia-negra. Foram semeadas 5 sementes por metro linear.

Estoque de nutrientes

O estoque de nutrientes na biomassa acima do solo das espécies florestais foi determinado nos tratamentos 100E, 100A e 50E:50A aos 6 meses de idade e o estoque na biomassa do milho foi determinado no final do ciclo, safra 2007/2008, no interior de todos os tratamentos (100E; 100A; 50E:50A; 75E:25A e 25E:75A). Os valores de biomassa das espécies florestais (folhas, galhos, casca e madeira) e do milho (folhas, colmo, palha, sabugo e grãos) foram obtidos do estudo de Viera (2010).

Para o cálculo do estoque de nutrientes nos compartimentos das espécies envolvidas no consórcio, foi efetuada por meio do produto do teor médio de nutrientes pela biomassa seca. A determinação dos teores de nutrientes foi realizada no Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, onde o nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl; fósforo e boro por espectrometria visível; potássio por fotometria de chama; enxofre por turbidimetria; e cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica; seguindo o método descrito por Tedesco et al. (1995).

Análise estatística

Aplicou-se o teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett e de normalidade dos erros de Lilliefors nos resultados, para a verificação de sua validação pelos pressupostos da análise de variância. Resultados que não atenderam aos pressupostos foram transformados aplicando a raiz quadrada e/ou a inversa da raiz quadrada. As análises estatísticas

foram realizadas com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.5 beta (SILVA, 2008) e para a separação dos contrastes de médias, utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nutrientes nas espécies florestais

De modo geral, a importância de armazenamento para os nutrientes nos componentes da biomassa segue a seguinte ordem: folhas > galhos > madeira > casca, para o *Eucalyptus urograndis,* e maior acúmulo na madeira em relação aos galhos na *Acacia mearnsii* (Tabelas 2 e 3). Schumacher et al. (2007) avaliando um sistema agroflorestal com acácia-negra e melancia, também encontraram para a fração folha maior quantidade de nutrientes, seguida por madeira > galho > casca, tanto no plantio puro como no consorciado.

A magnitude de armazenamento dos diferentes elementos na biomassa total foi a mesma, apresentando a seguinte ordem de acúmulo: N > K > Ca > Mg > P > S, para os macronutrientes, e Mn > Fe > B > Zn > C, para os micronutrientes. Essa sequência, com exceção do Ca que apresentou maior quantidade entre todos os elementos, foi igual a dos trabalhos realizados por Viera (2007), com *Eucalyptus urograndis* com 18 meses de idade, por Freitas (2000) com *Eucalyptus grandis* aos nove anos de idade, por Schumacher e Caldeira (2001) com *Eucalyptus globulus* subespécie *maidenii* aos quatro anos de idade, por Santana et al. (1999) e Teixeira et al. (1989) em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* respectivamente, e por Caldeira et al. (1999b) em povoamentos de *Acacia mearnsii.*

A quantidade inferior de Ca em relação ao

TABELA 2: Quantidade de macronutrientes nas frações da biomassa de plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii.*

TABLE 2: Macronutrients amount in the biomass fractions in monospecific and mixed stands of *Eucalyptus urograndis* and *Acacia mearnsii.*

Tratamento	Fração	Biomassa (kg ha^{-1})	Macronutrientes (kg ha^{-1})					
			N	P	K	Ca	Mg	S
100E	Folhas	810,2	29,6 $^{(77,7)}$ Aa	1,4 $^{(63,6)}$ ABa	6,0 $^{(40,2)}$ ABa	6,2 $^{(50,8)}$ Aa	1,6 $^{(52,4)}$ Aa	1,7 $^{(79,0)}$ Aa
	Galhos	553,4	3,9 $^{(10,4)}$ Ab	0,4 $^{(16,2)}$ ABb	4,4 $^{(29,3)}$ Aa	3,4 $^{(27,4)}$ ABb	0,7 $^{(23,7)}$ Ab	0,2 $^{(10,0)}$ Ab
	Casca	162,8	1,0 $^{(2,7)}$ Bc	0,1 $^{(3,8)}$ Ab	1,0 $^{(6,6)}$ Ac	1,9 $^{(15,2)}$ ABc	0,3 $^{(10,4)}$ Ab	0,1 $^{(2,7)}$ Ab
	Madeira	589,9	3,5 $^{(9,2)}$ Ab	0,4 $^{(16,4)}$ ABb	3,6 $^{(23,9)}$ ABc	0,8 $^{(6,6)}$ Ac	0,4 $^{(13,5)}$ Ab	0,2 $^{(8,2)}$ Ab
	Total	2.116,3	38,1 $^{(100,0)}$ A	2,2 $^{(100,0)}$ AB	15,0 $^{(100,0)}$ AB	12,3 $^{(100,0)}$ AB	3,0 $^{(100,0)}$ A	2,1 $^{(100,0)}$ A
100A	Folhas	602,1	24,9 $^{(71,7)}$ Aa	1,2 $^{(65,6)}$ Ba	4,8 $^{(48,8)}$ Ba	4,7 $^{(59,3)}$ Aa	1,3 $^{(49,9)}$ Aa	1,1 $^{(73,3)}$ Aa
	Galhos	235,4	3,5 $^{(10,1)}$ Ab	0,2 $^{(11,2)}$ Bb	1,5 $^{(15,3)}$ Bc	1,4 $^{(18,0)}$ Bb	0,5 $^{(19,5)}$ Ab	0,1 $^{(8,4)}$ Ab
	Casca	150,2	2,3 $^{(6,6)}$ ABb	0,1 $^{(6,6)}$ Ab	0,9 $^{(8,7)}$ Ac	0,9 $^{(11,8)}$ Bb	0,3 $^{(10,0)}$ Ab	0,1 $^{(3,8)}$ Ab
	Madeira	608,6	4,0 $^{(11,6)}$ Ab	0,3 $^{(16,6)}$ Bb	2,7 $^{(27,2)}$ Bb	0,9 $^{(10,9)}$ Ab	0,5 $^{(20,6)}$ Ab	0,2 $^{(14,6)}$ Ab
	Total	1.596,3	34,7 $^{(100,0)}$ A	1,8 $^{(100,0)}$ B	9,9 $^{(100,0)}$ C	7,9 $^{(100,0)}$ B	2,5 $^{(100,0)}$ A	1,5 $^{(100,0)}$ A
50E:50A (E)	Folhas	988,6	34,8 $^{(77,3)}$ Aa	2,2 $^{(69,4)}$ Aa	8,5 $^{(41,3)}$ Aa	6,9 $^{(48,4)}$ Aa	1,7 $^{(53,6)}$ Aa	1,8 $^{(78,1)}$ Aa
	Galhos	748,3	4,8 $^{(10,7)}$ Ab	0,5 $^{(15,3)}$ Ab	5,8 $^{(28,2)}$ Ab	4,2 $^{(29,9)}$Ab	0,7 $^{(21,2)}$ Ab	0,3 $^{(10,8)}$ Ab
	Casca	227,4	1,3 $^{(2,8)}$ ABc	0,1 $^{(2,6)}$ Ab	1,3 $^{(6,3)}$ Ac	2,2 $^{(15,8)}$ Abc	0,4 $^{(11,6)}$ Ab	0,1 $^{(3,0)}$ Ab
	Madeira	802,5	4,2 $^{(9,3)}$ Abc	0,4 $^{(12,7)}$ ABb	5,0 $^{(24,20}$ Ab	0,8 $^{(6,0)}$ Ac	0,4 $^{(13,5)}$ Ab	0,2 $^{(8,1)}$ Ab
	Total	2.783,1	45,1 $^{(100,0)}$ A	3,2 $^{(100,0)}$ A	20,5 $^{(100,0)}$ A	14,2 $^{(100,0)}$ A	3,2 $^{(100,0)}$ A	2,4 $^{(100,0)}$ A
50E:50A (A)	Folhas	814,0	31,7 $^{(70,3)}$ Aa	1,4 $^{(58,9)}$ ABa	5,1 $^{(43,9)}$ ABa	6,8 $^{(60,2)}$ Aa	1,8 $^{(55,7)}$ Aa	1,5 $^{(73,7)}$ Aa
	Galhos	525,5	5,8 $^{(12,8)}$ Ab	0,3 $^{(12,0)}$ Bb	2,4 $^{(20,2)}$ Bb	2,2 $^{(19,3)}$ ABb	0,7 $^{(20,1)}$ Ab	0,2 $^{(9,1)}$ Ab
	Casca	205,9	2,7 $^{(6,1)}$ Ab	0,1 $^{(6,3)}$ Ab	1,0 $^{(8,8)}$ Ab	1,1 $^{(9,8)}$ Bb	0,2 $^{(7,5)}$ Ab	0,1 $^{(4,0)}$ Ab
	Madeira	737,4	4,8 $^{(10,7)}$ Ab	0,5 $^{(22,7)}$ Ab	3,2 $^{(27,1)}$ Bab	1,2 $^{(10,7)}$ Ab	0,5 $^{(16,7)}$ Ab	0,3 $^{(13,2)}$ Ab
	Total	2.373,9	45,1 $^{(100,0)}$ A	2,3 $^{(100,0)}$ AB	11,7 $^{(100,0)}$ BC	11,3 $^{(100,0)}$ AB	3,3 $^{(100,0)}$ A	2,0 $^{(100,0)}$ A

Em que: 100E = 100 % de eucalipto + milho; - 100A = 100 % de acácia-negra + milho; 50E:50A(E) = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho – com amostragem de plantas de eucalipto; 50E:50A (A) = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho – com amostragem de plantas de acácia-negra. Valores entre parênteses referem-se ao percentual do total de cada nutriente contido nas diferentes frações da biomassa arbórea em cada tratamento. Na vertical, letras maiúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias de cada fração da biomassa nos diferentes tratamentos e letras minúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias da quantidade de nutrientes entre as diferentes frações da biomassa em cada tratamento (Teste de Tukey) ao nível de 0,05 de significância.

TABELA 3: Quantidade de micronutrientes nas frações da biomassa de plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii.*

TABLE 3: Micronutrients amount in the biomass fractions in monospecific and mixed stands of *Eucalyptus urograndis* and *Acacia mearnsii.*

Tratamento	Fração	Biomassa (kg ha^{-1})	Micronutrientes (g ha^{-1})				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
100E	Folhas	810,2	28,9 $^{(62,0)}$ Aa	9,6 $^{(56,4)}$ Aa	83,8 $^{(80,1)}$ Aa	2029,6 $^{(63,4)}$ Aa	16,7 $^{(54,0)}$ Aa
	Galhos	553,4	9,1 $^{(19,4)}$ ABb	3,7 $^{(21,5)}$ ABb	10,0 $^{(9,5)}$ Ab	682,9 $^{(21,3)}$ Ab	6,8 $^{(22,0)}$ ABb
	Casca	162,8	4,8 $^{(10,2)}$ ABb	0,5 $^{(2,7)}$ Ab	4,8 $^{(4,6)}$ Ab	292,3 $^{(9,1)}$ Bc	1,3 $^{(4,1)}$ Ac
	Madeira	589,9	3,9 $^{(8,4)}$ Ab	3,3 $^{(19,4)}$ Ab	6,1 $^{(5,8)}$ Bb	196,0 $^{(6,1)}$ Ac	6,2 $^{(20,0)}$ ABb
	Total	2.116,3	46,7 $^{(100,0)}$ A	17,1 $^{(100,0)}$ A	104,7 $^{(100,0)}$ A	3200,8 $^{(100,0)}$ A	31,0 $^{(100,0)}$ AB
100A	Folhas	602,1	35,4 $^{(78,4)}$ Aa	10,5 $^{(65,7)}$ Aa	88,0 $^{(70,3)}$ Aa	150,9 $^{(74,9)}$ Ba	14,4 $^{(55,9)}$ Aa
	Galhos	235,4	3,6 $^{(8,0)}$ Bb	1,8 $^{(11,2)}$ Bb	12,4 $^{(9,9)}$ Ab	21,0 $^{(10,4)}$ Bb	4,3 $^{(16,8)}$ Bbc
	Casca	150,2	2,3 $^{(5,1)}$ Bb	0,6 $^{(3,5)}$ Ab	14,3 $^{(11,4)}$ Ab	12,7 $^{(6,3)}$ Cb	1,5 $^{(5,9)}$ Ac
	Madeira	608,6	3,8 $^{(8,4)}$ Ab	3,1 $^{(19,6)}$ Ab	10,5 $^{(8,4)}$ Ab	16,9 $^{(8,4)}$ Bb	5,5 $^{(21,3)}$ Bb
	Total	1.596,3	45,2 $^{(100,0)}$ A	16,0 $^{(100,0)}$ A	125,2 $^{(100,0)}$ A	201,5 $^{(100,0)}$ B	25,8 $^{(100,0)}$ B
50E:50A (E)	Folhas	988,6	43,5 $^{(64,6)}$ Aa	13,2 $^{(56,4)}$ Aa	108,0 $^{(82,3)}$ Aa	2112,8 $^{(63,7)}$ Aa	21,0 $^{(52,0)}$ Aa
	Galhos	748,3	10,7 $^{(15,9)}$ Ab	5,4 $^{(22,9)}$ Ab	12,9 $^{(9,8)}$ Ab	681,8 $^{(20,6)}$ Ab	9,1 $^{(22,5)}$ Ab
	Casca	227,4	7,9 $^{(11,8)}$ Ab	0,7 $^{(3,2)}$ Ad	4,7 $^{(3,6)}$ Ab	335,1 $^{(10,1)}$ Ac	1,6 $^{(3,9)}$ Ac
	Madeira	802,5	5,2 $^{(7,7)}$ Ab	4,1 $^{(17,6)}$ Ac	5,6 $^{(4,2)}$ Bb	186,1 $^{(5,60)}$ Ac	8,8 $^{(21,6)}$ Ab
	Total	2.783,1	67,3 $^{(100,0)}$ A	23,4 $^{(100,0)}$ A	131,2 $^{(100,0)}$ A	3315,7 $^{(100,0)}$ A	40,5 $^{(100,0)}$ A
50E:50A (A)	Folhas	814,0	36,3 $^{(75,7)}$ Aa	10,2 $^{(60,4)}$ Aa	114,3 $^{(74,5)}$ Aa	300,2 $^{(79,1)}$ BA	19,6 $^{(58,6)}$ Aa
	Galhos	525,5	5,5 $^{(11,4)}$ ABb	2,7 $^{(16,0)}$ Bbc	22,5 $^{(14,7)}$ Ab	31,7 $^{(8,3)}$ Bb	5,9 $^{(17,7)}$ Bb
	Casca	205,9	2,4 $^{(5,0)}$ Bb	0,6 $^{(3,5)}$ Ac	7,9 $^{(5,2)}$ Ab	19,2 $^{(5,1)}$ Cb	1,6 $^{(4,9)}$ Ab
	Madeira	737,4	3,8 $^{(7,9)}$ Ab	3,4 $^{(20,1)}$ Ab	8,7 $^{(5,7)}$ ABb	28,6 $^{(7,5)}$ Bb	6,2 $^{(18,7)}$ ABb
	Total	2.373,9	47,9 $^{(100,0)}$ A	16,8 $^{(100,0)}$ A	153,4 $^{(100,0)}$ A	379,7 $^{(100,0)}$ B	33,4 $^{(100,0)}$ AB

Em que: 100E = 100 % de eucalipto + milho; 100A = 100 % de acácia-negra + milho; 50E:50A(E) = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho – com amostragem de plantas de eucalipto; 50E:50A (A) = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho – com amostragem de plantas de acácia-negra. Valores entre parênteses referem-se ao percentual do total de cada nutriente contido nas diferentes frações da biomassa arbórea em cada tratamento. Na vertical, letras maiúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias de cada fração da biomassa nos diferentes tratamentos e letras minúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias da quantidade de nutrientes entre as diferentes frações da biomassa em cada tratamento (Teste de Tukey) ao nível de 0,05 de significância.

nitrogênio e ao potássio verificado neste estudo decorre da juvenilidade das árvores, as quais possuem menores quantidades de tecidos senescentes onde há maior armazenamento do nutriente Ca. Essa tendência foi verificada por Reis et al. (l987) avaliando *Eucalyptus grandis*, situação em que encontraram para um povoamento com 15 meses de idade a seguinte magnitude de armazenamento: N > K > Ca > Mg > P, diferindo para o povoamento com 21 meses (N > Ca > K > Mg > P).

A quantidade de nutrientes estocados nas espécies florestais não foi influenciada pela presença ou ausência de outra espécie, devido a não haver diferenças significativas (p > 0,05) entre a espécie em monocultivo e em plantio misto. Vezzani et al. (2001) analisando o estoque de nutrientes em plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii,* aos 45 meses de idade, observaram que a copa (folhas + galhos) do plantio misto acumulou 22% a mais nitrogênio do que a do monocultivo do eucalipto. Segundo os autores supracitados, mesmo não ocorrendo diferença significativa, esse maior acúmulo de N nos galhos e folhas no plantio misto evidencia o beneficio deste no enriquecimento do sistema com N, elevando o potencial produtivo, devido a esses componentes representarem uma ciclagem relativamente rápida em relação à madeira e casca e, ainda, com a vantagem de permanecer no sítio quando as árvores são colhidas.

Nutrientes no milho

Considerando o acúmulo de nutrientes na biomassa total, a magnitude, na maioria dos tratamentos, segue a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P > S e Mn > Fe > Zn > B > Cu, respectivamente, para os macro e micronutrientes (Tabelas 4 e 5).

No tratamento monoespecífico de eucalipto (100E), a quantidade estocada de magnésio é superior à de cálcio. Já, Kleinpaul (2008) observou essa tendência de maior acúmulo de Mg em relação ao Ca em todos os consórcios analisados, sendo que o Ca também foi inferior ao P. E, para os micronutrientes, ocorreu uma inversão entre as quantidades de ferro e manganês. A quantidade total de nutrientes no milho e nas espécies florestais possui magnitude similar, ocorrendo apenas à inversão para o acúmulo de B e Zn, demonstrando prioridades semelhantes de absorção de nutrientes.

A quantidade total de nutrientes, estocados nos diferentes compartimentos do milho, apresentou pequena variação e sem diferença entre os tratamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii,* tendo padrão semelhante em todos os tipos de sistemas agrossilviculturais. O compartimento grãos estocou as maiores quantidades de P, N, S, Zn K, correspondendo aproximadamente, respectivamente, ao máximo de: 70,7; 56,1; 49,2; 46,2 e 37,3% do estoque total

TABELA 4: Quantidade de macronutrientes nas frações da biomassa do milho.
TABLE 4: Macronutrients amount in the corn biomass fractions.

Trat.	Fração	Biomassa (kg ha^{-1})	kg ha^{-1}					
			N	P	K	Ca	Mg	S
100E	Folha	997,5	14,7 $^{(24,3)}$ Ab	1,0 $^{(16,8)}$ Ab	3,5 $^{(18,9)}$ Aab	5,2 $^{(71,2)}$ Aa	2,9 $^{(35,1)}$ Aba	1,5 $^{(29,1)}$ Ab
	Colmo	634,1	6,9 $^{(11,4)}$ Ac	0,4 $^{(6,3)}$ Ac	4,2 $^{(22,6)}$ Aab	1,4 $^{(19,0)}$ Ab	1,5 $^{(18,9)}$ Aab	0,7 $^{(12,6)}$ Ac
	Palha	269,9	1,8 $^{(2,9)}$ Ac	0,1 $^{(2,1)}$ Ac	1,6 $^{(8,9)}$ Ab	0,3 $^{(3,80}$ Ac	0,4 $^{(5,2)}$ Ab	0,2 $^{(3,4)}$ Ad
	Sabugo	379,3	3,2 $^{(5,3)}$ Ac	0,3 $^{(4,3)}$ Ac	2,3 $^{(12,3)}$ Ab	0,1$^{(1,4)}$ Ac	0,3 $^{(3,3)}$ Ab	0,3 $^{(5,7)}$ Acd
	Grãos	1925,2	34,0 $^{(56,1)}$ Aa	4,2 $^{(70,7)}$ Aa	6,9 $^{(37,3)}$ Aa	0,3 $^{(4,6)}$ Ac	3,1 $^{(37,4)}$ Aa	2,6 $^{(49,2)}$ Aa
	Total	4205,9	60,6 $^{(100,0)}$ A	6,0 $^{(100,0)}$ A	18,6 $^{(100,0)}$ A	7,3 $^{(100,0)}$ A	8,2 $^{(100,0)}$ A	5,2 $^{(100,0)}$ A
100A	Folha	1266,2	16,3 $^{(25,5)}$ Ab	1,1 $^{(16,4)}$ Ab	4,0 $^{(22,4)}$ Aab	5,8 $^{(68,3)}$ Aa	3,4 $^{(40,4)}$ ABa	1,6 $^{(31,3)}$ Aab
	Colmo	845,3	11,5 $^{(18,0)}$ Abc	0,7 $^{(9,8)}$ Ab	4,6 $^{(25,5)}$ Aab	2,0 $^{(23,4)}$ Ab	2,0 $^{(23,0)}$ Ab	1,0 $^{(19,4)}$ Abc
	Palha	311,1	2,3 $^{(3,6)}$ Ad	0,3 $^{(3,7)}$ Ab	1,9 $^{(10,8)}$ Ab	0,3 $^{(3,5)}$ Ac	0,5 $^{(6,0)}$ Ac	0,2 $^{(4,0)}$ Ad
	Sabugo	427,4	3,8 $^{(5,9)}$ Acd	0,4 $^{(5,2)}$ Ab	2,3 $^{(12,9)}$ Aab	0,1 $^{(1,5)}$ Ac	0,3 $^{(3,7)}$ Ac	0,3 $^{(6,1)}$ Acd
	Grãos	1805,1	30,0 $^{(46,9)}$ Aa	4,5 $^{(64,9)}$ Aa	5,1 $^{(28,4)}$ Aa	0,3 $^{(3,3)}$ Ac	2,3 $^{(26,9)}$ Ab	2,1 $^{(39,3)}$ Aa
	Total	4654,9	63,9 $^{(100,0)}$ A	7,0 $^{(100,0)}$ A	17,8 $^{(100,0)}$ A	8,5 $^{(100,0)}$ A	8,5 $^{(100,0)}$ A	5,3 $^{(100,0)}$ A
50E:50A	Folha	1261,1	18,1 $^{(28,6)}$ Ab	1,1 $^{(20,4)}$ Ab	2,4 $^{(16,9)}$ Ab	6,9 $^{(77,0)}$ Aa	3,9 $^{(46,5)}$ Aa	1,6 $^{(29,6)}$ Aab
	Colmo	574,6	8,1 $^{(12,8)}$ Ac	0,4 $^{(6,9)}$ Ac	2,4 $^{(16,5)}$ Ab	1,4 $^{(15,9)}$ Ab	1,7 $^{(20,8)}$ Ab	0,9 $^{(16,6)}$ Abc
	Palha	318,1	2,2 $^{(3,5)}$ Ad	0,2 $^{(2,9)}$ Ac	2,1 $^{(14,6)}$ Ab	0,3 $^{(3,8)}$ Ac	0,5 $^{(6,6)}$ Ac	0,2 $^{(4,2)}$ Ac
	Sabugo	416,8	3,7 $^{(5,8)}$ Ad	0,3 $^{(6,0)}$ Ac	3,0 $^{(21,3)}$ Abc	0,1 $^{(1,3)}$ Ac	0,3 $^{(3,8)}$ Ac	0,4 $^{(6,8)}$ Ac
	Grãos	1814,7	31,1 $^{(49,3)}$ Aa	3,6 $^{(63,9)}$ Aa	4,4 $^{(30,7)}$ Aa	0,2 $^{(2,0)}$ Ac	1,9 $^{(22,3)}$ Ab	2,4 $^{(42,9)}$ Aa
	Total	4385,3	63,2 $^{(100,0)}$ A	5,6 $^{(100,0)}$ A	14,3 $^{(100,0)}$ A	9,0 $^{(100,0)}$ A	8,3 $^{(100,0)}$ A	5,5 $^{(100,0)}$ A
75E:25A	Folha	959,9	13,6 $^{(23,6)}$ Ab	1,1 $^{(17,0)}$ Aab	3,2 $^{(18,8)}$ Aa	4,9 $^{(65,4)}$ Aa	2,6 $^{(36,7)}$ ABa	1,3 $^{(25,1)}$ Ab
	Colmo	621,8	7,9 $^{(13,7)}$ Ab	0,4 $^{(6,2)}$ Ab	3,4 $^{(19,9)}$ Aa	1,6 $^{(21,9)}$ Ab	1,4 $^{(20,4)}$ Aab	0,8 $^{(15,3)}$ Abc
	Palha	288,1	2,0 $^{(3,5)}$ Ab	0,1 $^{(2,2)}$ Ab	1,9 $^{(11,1)}$ Aa	0,5 $^{(6,0)}$ Ab	0,5 $^{(7,1)}$ Ab	0,2 $^{(4,8)}$ Ac
	Sabugo	372,3	3,3 $^{(5,7)}$ Ab	0,3 $^{(3,9)}$ Ab	2,2 $^{(12,9)}$ Aa	0,1 $^{(1,7)}$ Ab	0,2 $^{(3,5)}$ Ab	0,4 $^{(7,8)}$ Ac
	Grãos	1786,2	30,9 $^{(53,6)}$ Aa	4,6 $^{(70,6)}$ Aa	6,4 $^{(37,3)}$ Aa	0,4 $^{(5,1)}$ Ab	2,3 $^{(32,4)}$ Aa	2,5 $^{(47,1)}$ Aa
	Total	4028,3	57,7 $^{(100,0)}$ A	6,5 $^{(100,0)}$ A	17,1 $^{(100,0)}$ A	7,5 $^{(100,0)}$ A	7,0 $^{(100,0)}$ A	5,2 $^{(100,0)}$ A
25E:75A	Folha	1017,5	14,7 $^{(24,7)}$ Ab	1,2 $^{(17,7)}$ Ab	2,7 $^{(16,4)}$ Ab	4,9 $^{(66,8)}$ Aa	1,8 $^{(32,1)}$ Ba	1,6 $^{(26,9)}$ Aab
	Colmo	595,5	8,5 $^{(14,3)}$ Ab	0,4 $^{(6,2)}$ Ab	3,7 $^{(22,6)}$ Aab	1,5 $^{(20,8)}$ Ab	1,4 $^{(25,2)}$ Aa	0,9 $^{(15,4)}$ Ab
	Palha	263,9	1,6 $^{(2,7)}$ Ab	0,1 $^{(1,8)}$ Ab	1,9 $^{(11,4)}$ Ab	0,3 $^{(4,2)}$ Ab	0,4 $^{(6,4)}$ Aa	0,2 $^{(3,4)}$ Ab
	Sabugo	374,5	3,3 $^{(5,6)}$ Ab	0,3 $^{(3,9)}$ Ab	2,1 $^{(12,8)}$ Ab	0,1 $^{(1,8)}$ Ab	0,2 $^{(4,4)}$ Aa	0,4 $^{(6,3)}$ Ab
	Grãos	1760,9	31,3 $^{(52,6)}$ Aa	4,7 $^{(70,3)}$ Aa	6,0 $^{(36,8)}$ Aa	0,5 $^{(6,3)}$ Ab	1,8 $^{(31,9)}$ Aa	2,8 $^{(48,1)}$ Aa
	Total	4012,3	59,4 $^{(100,0)}$ A	6,7 $^{(100,0)}$ A	16,4 $^{(100,0)}$ A	7,3 $^{(100,0)}$ A	5,6 $^{(100,0)}$ A	5,8 $^{(100,0)}$ A

Em que: 100E = 100 % de eucalipto + milho; 100A = 100 % de acácia-negra + milho; 50E:50A = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho; 75E:25A = 75 % de eucalipto + 25 % de acácia-negra + milho; 25E:75A = 25 % de eucalipto + 75 % de acácia-negra + milho. Valores entre parênteses referem-se ao percentual do total de cada nutriente contido nas diferentes frações da biomassa do milho em cada tratamento. Na vertical, letras maiúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias de cada fração da biomassa nos diferentes tratamentos e letras minúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias do acúmulo de nutrientes entre as diferentes frações da biomassa em cada tratamento (Teste de Tukey) ao nível de 0,05 de significância.

TABELA 5: Quantidade de micronutrientes nas frações da biomassa do milho.
TABLE 5: Micronutrients amount in the corn biomass fractions.

Trat.	Fração	Biomassa (kg ha^{-1})	g ha^{-1}				
			B	Cu	Fe	Mn	Zn
100E	Folha	997,5	16,5 $^{(42,7)}$ Aa	17,4 $^{(52,2)}$ Aa	378,9 $^{(75,9)}$ Aa	456,7 $^{(83,9)}$ Ba	26,4 $^{(19,4)}$ Aab
	Colmo	634,1	3,3 $^{(8,7)}$ Ab	4,6 $^{(13,8)}$ Ab	21,6 $^{(4,3)}$ Ab	35,7 $^{(6,6)}$ Ab	22,6 $^{(16,6)}$ Aab
	Palha	269,9	2,6 $^{(6,7)}$ Ab	2,0 $^{(6,1)}$ Ab	15,4 $^{(3,1)}$ Ab	23,2 $^{(4,3)}$ Ab	9,8 $^{(7,2)}$ Ab
	Sabugo	379,3	1,3$^{(3,4)}$ Ab	2,4 $^{(7,3)}$ Ab	13,1 $^{(2,6)}$ Ab	6,8 $^{(1,3)}$ ABb	14,4 $^{(10,6)}$ Ab
	Grãos	1925,2	14,9 $^{(38,6)}$ Aa	6,9 $^{(20,6)}$ Ab	70,0 $^{(14,0)}$ Ab	22,0 $^{(4,0)}$ Ab	62,8 $^{(46,2)}$ Aa
	Total	4205,9	38,6 $^{(100,0)}$ A	33,3 $^{(100,0)}$ A	498,9 $^{(100,0)}$ A	544,4 $^{(100,0)}$ B	136,0 $^{(100,0)}$ A
100A	Folha	1266,2	21,7 $^{(53,7)}$ Aa	14,0 $^{(49,2)}$ Aa	474,1 $^{(80,7)}$ Aa	494,0 $^{(83,3)}$ Ba	38,1 $^{(27,9)}$ Aa
	Colmo	845,3	5,3 $^{(13,2)}$ Ac	6,0 $^{(21,0)}$ Ab	38,1 $^{(6,5)}$ Ab	48,7 $^{(8,2)}$ Ab	30,7 $^{(22,5)}$ Aab
	Palha	311,1	2,1 $^{(5,2)}$ Acd	1,5 $^{(5,4)}$ Ad	15,6 $^{(2,7)}$ Ab	25,1 $^{(4,2)}$ Ab	8,3 $^{(6,1)}$ Ac
	Sabugo	427,4	1,8 $^{(4,4)}$ Ad	2,3 $^{(8,2)}$ Acd	11,8 $^{(2,0)}$ Ab	8,2 $^{(1,4)}$ ABb	16,2 $^{(11,8)}$ Abc
	Grãos	1805,1	9,5 $^{(23,5)}$ Ab	4,6 $^{(16,2)}$ Abc	47,8 $^{(8,1)}$ ABb	17,1 $^{(2,9)}$ Ab	43,3 $^{(31,7)}$ Aa
	Total	4654,9	40,4 $^{(100,0)}$ A	28,5 $^{(100,0)}$ A	587,4 $^{(100,0)}$ A	593,1 $^{(100,0)}$ Ab	136,6 $^{(100,0)}$ A
50E:50A	Folha	1261,1	22,2 $^{(55,5)}$ Aa	18,6 $^{(54,8)}$ Aa	555,1 $^{(85,7)}$ Aa	728,1 $^{(86,5)}$ Aa	35,4 $^{(23,8)}$ Aa
	Colmo	574,6	3,0 $^{(7,5)}$ Ac	6,5 $^{(19,0)}$ Ab	31,1 $^{(4,8)}$ Ab	44,2 $^{(5,2)}$ Ab	40,4 $^{(27,1)}$ Aa
	Palha	318,1	3,2 $^{(8,1)}$ Ac	2,0 $^{(5,9)}$ Ac	14,2 $^{(2,2)}$ Ab	39,5 $^{(4,7)}$ Ab	11,0 $^{(7,4)}$ Ab
	Sabugo	416,8	2,2 $^{(5,4)}$ Ac	2,9 $^{(8,6)}$ Abc	14,6 $^{(2,3)}$ Ab	12,0 $^{(1,4)}$ Ab	21,7 $^{(14,6)}$ Aab
	Grãos	1814,7	9,4 $^{(23,5)}$ Ab	4,0 $^{(11,7)}$ Abc	32,5 $^{(5,0)}$ Bb	18,0 $^{(2,1)}$ Ab	40,4 $^{(27,2)}$ Aa
	Total	4385,3	40,0 $^{(100,0)}$ A	34,0 $^{(100,0)}$ A	647,5 $^{(100,0)}$ A	841,9 $^{(100,0)}$ A	148,8 $^{(100,0)}$ A
75E:25A	Folha	959,9	17,2 $^{(43,0)}$ Aa	13,6 $^{(46,0)}$ Aa	279,5 $^{(71,8)}$ Aa	333,1 $^{(79,2)}$ Ba	26,6 $^{(20,0)}$ Aab
	Colmo	621,8	3,9 $^{(9,9)}$ Ab	6,8 $^{(23,1)}$ Ab	24,5 $^{(6,3)}$ Ab	32,4 $^{(7,7)}$ Ab	34,3 $^{(25,9)}$ Aab
	Palha	288,1	2,9 $^{(7,1)}$ Ab	1,8 $^{(6,0)}$ Ab	20,5 $^{(5,3)}$ Ab	30,3 $^{(7,2)}$ Ab	8,5 $^{(6,4)}$ Ab
	Sabugo	372,3	1,8 $^{(4,4)}$ Ab	2,2 $^{(7,3)}$ Ab	14,0 $^{(3,6)}$ Ab	5,6 $^{(1,3)}$ Bb	12,7 $^{(9,6)}$ Ab
	Grãos	1786,2	14,3 $^{(35,6)}$ Aa	5,2 $^{(17,6)}$ Ab	51,0 $^{(13,1)}$ ABb	19,4 $^{(4,6)}$ Ab	50,5 $^{(38,1)}$ Aa
	Total	4028,3	40,1 $^{(100,0)}$ A	29,5 $^{(100,0)}$ A	389,4 $^{(100,0)}$ A	420,7 $^{(100,0)}$ B	132,5 $^{(100,0)}$ A
25E:75A	Folha	1017,5	16,5 $^{(44,0)}$ Aa	14,9 $^{(48,4)}$ Aa	335,5 $^{(74,2)}$ Aa	398,5 $^{(80,9)}$ Ba	28,3 $^{(19,3)}$ Abc
	Colmo	595,5	4,2 $^{(11,2)}$ Abc	6,8 $^{(22,1)}$ Aab	30,7 $^{(6,8)}$ Ab	36,6 $^{(7,4)}$ Ab	42,3 $^{(28,7)}$ Aab
	Palha	263,9	2,9 $^{(7,7)}$ Ac	1,9 $^{(6,1)}$ Ab	20,5 $^{(4,5)}$ Ab	25,5 $^{(5,2)}$ Ab	7,9 $^{(5,4)}$ Ac
	Sabugo	374,5	2,2 $^{(6,0)}$ Ac	2,2 $^{(7,2)}$ Ab	14,6 $^{(3,2)}$ Ab	8,3 $^{(1,7)}$ ABb	15,6 $^{(10,6)}$ Ac
	Grãos	1760,9	11,6 $^{(31,1)}$ Aab	5,0 $^{(16,1)}$ Ab	50,9 $^{(11,3)}$ ABb	23,5 $^{(4,8)}$ Ab	53,1 $^{(36,0)}$ Aa
	Total	4012,3	37,3 $^{(100,0)}$ A	30,9 $^{(100,0)}$ A	452,2 $^{(100,0)}$ A	492,4 $^{(100,0)}$ B	147,2 $^{(100,0)}$ A

Em que: 100E = 100 % de eucalipto + milho; 100A = 100 % de acácia-negra + milho; 50E:50A = 50 % de eucalipto + 50 % de acácia-negra + milho; 75E:25A = 75 % de eucalipto + 25 % de acácia-negra + milho; 25E:75A = 25 % de eucalipto + 75 % de acácia-negra + milho. Valores entre parênteses referem-se ao percentual do total de cada nutriente contido nas diferentes frações da biomassa do milho em cada tratamento. Na vertical, letras maiúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias de cada fração da biomassa nos diferentes tratamentos e letras minúsculas referem-se à separação dos contrastes de médias do acúmulo de nutrientes entre as diferentes frações da biomassa em cada tratamento (Teste de Tukey) ao nível de 0,05 de significância.

nos diferentes tratamentos. Entretanto, o compartimento folhas acumula as maiores quantidades de Mn, Fe, Ca, B, Cu e Mg, correspondendo, respectivamente, a até no máximo: 86,5; 85,7; 77,0; 55,5; 54,8 e 46,5 % do armazenamento total de cada nutriente nos tratamentos.

Nos estudos realizados 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), com plantios de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* com milho, os autores constataram que o P é um dos principais elementos com maior percentagem de armazenamento nos grãos e, consequentemente, com a maior exportação pela colheita, em relação aos demais nutrientes.

Segundo Cantarella e Duarte (2008), em-

bora a composição química e a quantidade de nutrientes absorvidos pelas plantas de milho possam variar com a fertilidade do solo, o padrão sazonal de absorção e a proporção de distribuição dos elementos nas diferentes partes das plantas normalmente permanece inalterado.

Simulação da intensidade de colheita do milho

Esta simulação foi realizada aos 6 meses de idade dos plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em consórcio com milho. Dessa forma, cabe ressaltar que, para as culturas florestais, a exploração ocorrerá no sétimo ano de idade, enquanto que a cultura agrícola teve todo o seu ciclo nesse período considerado. Com isso, a simulação da intensidade de colheita será baseada apenas na cultura agrícola (Figura 1).

O sistema de colheita do milho mais utilizado pelos produtores rurais em sistemas agrossilviculturais com espaçamentos reduzidos do componente arbóreo é a retirada da espiga (grãos + sabugo + palha) manualmente. No monocultivo, devido à possibilidade de colheita mecanizada, a exploração se dá apenas para o compartimento grãos. Considerando o sistema de colheita: grãos + sabugo + palha (espiga), a remoção de nutrientes chegaria a uma porcentagem de 75,3% do P; 60,6% do N; 59,9% do K; 55,8% do S 40,2% de Mg e 10,1% do Ca, da quantidade total de macronutrientes presentes na biomassa, e 53,8% do Zn; 42,1% do B; 30,1% de Cu; 16,6% do Fe e 10,2%

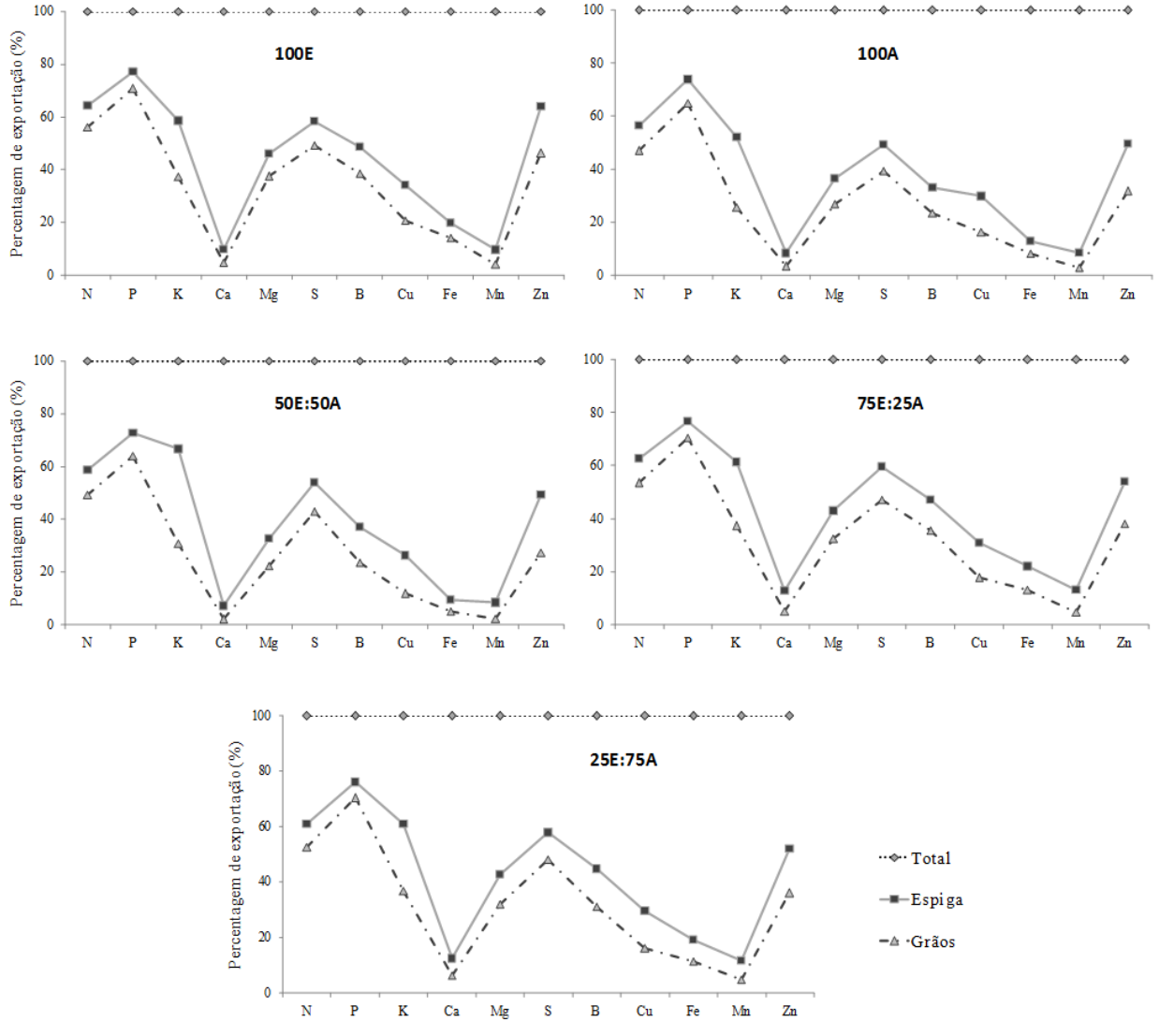

FIGURA 1: Percentagem de exportação de nutrientes em diferentes intensidades de colheita do milho em sistema agrossilvicultural.

FIGURE 1: Nutrients export percentage in various corn harvesting intensities in agroforestry systems.

do Mn, em relação à quantidade total de micronutrientes estocados na biomassa.

Dessa forma, os nutrientes que seriam removidos com maior intensidade seriam o P, N, K, S e Zn, pois mais de 50% de sua quantidade estocada na biomassa acima do solo seria retirada dos sistemas agrossilviculturais. Os demais nutrientes apresentaram remoções abaixo de 50%, seguindo a referida magnitude: B > Mg > Cu > Fe > Mn > Ca. Entretanto, se fosse possível remover apenas o compartimento grãos e deixar a palha e o sabugo no sistema, a percentagem de remoção para os macronutrientes chegaria a 68,1% do P; 51,7% do N; 45,3% do S; 33,5% do K; 30,2% do Mg e 4,3% do Ca. Já, para os micronutrientes chegaria a 35,8% do Zn; 30,5% do B; 16,5% do Cu; 10,3% do Fe e 3,7 do Mn, em relação ao total estocado na biomassa. Outros autores, simulando apenas a colheita dos grãos, encontraram uma exportação relativa de 78 e 87% do P; 67 e 59% do N; 52 e 56% do Zn; 33 e 42% do S; 29 e 37% do Mg; 15 e 19% do B; 29% do K e 2 e 14% do Ca, respectivamente, por Andrade et al. (1975a, b) e Hiroce et al. (1989).

Com isso, deve-se evitar a remoção total dos resíduos durante a colheita do milho, contribuindo 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.

CONCLUSÕES

O acúmulo de nutrientes nas espécies florestais não é influenciado pela presença ou ausência de outra espécie, devido a não haver diferenças significativas ($p > 0,05$) entre a espécie em monocultivo e em plantio misto.

A quantidade total de nutrientes nas espécies florestais e no milho possui magnitude similar, ocorrendo apenas à inversão para o acúmulo de B e Zn.

Devido à grande exportação de nutrientes pela colheita do milho, devem-se manter os resíduos culturais nos sistemas agrossilviculturais e fazer reposição nutricional, principalmente de P, N, K, S e Zn, em cultivos seguintes, em decorrência da grande quantidade que é exportada pela remoção da espiga.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Brasil) pela bolsa concedida ao primeiro autor e a empresa Votorantim Celulose e Papel Unidade Rio Grande do Sul (agora Fibria) pela disponibilização das áreas para estudo e pelo apoio logístico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. G. et al. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho *(Zea mays* L.) I. Acumulação de macronutrientes. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 32, p. 115-149, 1975a.

ANDRADE, A. G. et al. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho *(Zea may* L.) II. Acumulação de micronutrientes. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 32, p. 151-171, 1975b.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folhedo em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v. 9, n. 1, p.19-24, jan./ jun. 1999b.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento jovem de *Acacia mearnsii* De Wild. estabelecido na região sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v.29, n.1/2, p.53-65, 1999a.

CALDEIRA, M. V. W.; NETO, R. M. R.; SCHUMACHER, M. V. Conteúdo e exportação de micronutrientes em acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 9-14, 2003

CANTALLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cu1tura do milho. In: GALVAO, C. C.. MIRANDA, G. V. (Org.) **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV. 2008. p. 139-182.

CARVALHO, J. E. U. Utilização de espécies frutíferas em sistemas agroflorestais na Amazônia. 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: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2006. p. 169-176.

COBB, W. R. et al. Aboveground biomass and nitrogen in four short-rotation woody crop species growing with different water and nutrient availabilities. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 12, p. 4032--4039, June 2008.

COELHO, S. R. F. **Crescimento e fixação de**

nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas nativas. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/ USP, Piracicaba, 2006.

COUTO, L. et al. Produção e alocação de biomassa em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais. **Biomassa & Energia**, Lavras, v. 1, n. 4, p. 321- 334, out./dez. 2004.

FERREIRA, C. A. et al. Pesquisas sobre nutrição de pinus no Sul do Brasil. **Revista da madeira**, Curitiba, n. 83 - ano 14 - Ago. 2004.

FREITAS, R. A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização no município de Alegrete - RS**. 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. São Paulo: EPU/USP, 1975. 256 p.

HIROCE, R; FURLANI, A. M. C., LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Campinas: Instituto Agronômico, 1989. 24 p. (Boletim científico, 17).

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

LA TORRACA, S. M. et al. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliottii* var. *elliottii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 27, p. 41-47, ago. 1984.

LOPES, W. P.; GARCIA, A. **A importância e o valor das florestas na pequena propriedade rural**. Vitória, 2002, 28 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.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F.; KIMMINS, J. P. Acúmulo de nutrientes em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Rill (ex-Maiden) plantado no Cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 1-15, jan./ jun. 1987.

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* HiIl ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell**. 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP, Piracicaba, 1992.

SCHUMACHER, M. V. et al. **Aspectos ecológicos de um Sistema Agroflorestal no sul do Brasil**. Santa Maria, 2007. 41 p. (Relatório de Pesquisa).

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 45-53, jan./ jun. 2001.

SILVA, F. de A. S. **ASSISTAT** versão 7.5 beta. DEAG - CTRN - Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB, 2008.

SILVA, G. T. et al. Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. **Sistemas Agroflorestais**: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 257-273.

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, 1995. 118 p. (Boletim Técnico).

TEIXEIRA, J. L. et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes de duas espécies de eucalipto em diferentes ambientes do Médio Rio Doce, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 34-50, jan./ jun. 1989.

VEZZANI, F. M.; TEDESCO, M. L; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de eucalipto e acácia-negra. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 225-231, jan./mar. 2001.

VIERA, M. **Avaliação da biomassa e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Eucalyptus urograndis* no município de Pinheiro Machado, RS**. Relatório de estágio supervisionado em Engenharia Florestal, UFSM. 2007, 53 p.

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