

## Fertilidade do solo cultivado com eucalipto consorciado com plantas de cobertura em diferentes períodos após o manejo com rolo faca<sup>(1)</sup>.

**Andréia Cristina Silva Hirata<sup>(2)</sup>; Edson Kiyoharu Hirata<sup>(3)</sup>; Amarilis Beraldo Rós<sup>(2)</sup>; Patrícia Andréa Monquero<sup>(4)</sup>; Nobuyoshi Narita<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPESP (Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

<sup>(2)</sup> Pesquisadora científica; Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA/SAA); Presidente Prudente, SP; andreiacs@apta.sp.gov.br; <sup>(3)</sup> Mestrando; Universidade do Oeste Paulista; <sup>(4)</sup> Professora, Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras.

**RESUMO:** O consórcio do eucalipto com plantas de cobertura é uma opção sustentável para a implantação desta cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo de uma área cultivada com eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) consorciado com as seguintes plantas de cobertura: 1 – *P. glaucum* (milheto), 2 – *P. glaucum* + *Crotalaria spectabilis*, 3 – *P. glaucum* + *C. juncea* cv. IAC KR1, 4 – *P. glaucum* + *Dolichos lablab* cv. Rongai, 5 – *P. glaucum* em 2 linhas, 6 – *P. glaucum* + *M. pruriens*, 7 – *C. spectabilis*, 8 – *C. juncea*, 9 – *D. lablab*, 10 – *M. pruriens*, 11 – testemunha sem plantas de cobertura, com vegetação espontânea, 12 – testemunha mantida sem plantas daninhas com herbicida, 13 – testemunha no limpo com capina manual. As plantas foram manejadas com rolo faca no florescimento do milheto e avaliado o cálcio, fósforo, magnésio, potássio, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e soma e bases no solo, aos 0, 40 e 120 dias após o manejo, na camada 0-10cm. Houve incremento no potássio do solo após o manejo das plantas de cobertura com o rolo faca em todos os tratamentos, à exceção das testemunhas com capina e com herbicida. Não houve diferença entre as leguminosas solteiras ou consorciadas com milheto na liberação de cálcio, fósforo, magnésio e acúmulo de matéria orgânica, todavia o milheto solteiro destacou-se em todas as variáveis. Os resultados permitem concluir que o milheto solteiro ou consorciado com leguminosas na entrelinha do eucalipto é uma opção para aumentar a fertilidade do solo na implantação da cultura.

**Termos de indexação:** consórcio, *Eucalyptus urograndis*, adubo verde.

### INTRODUÇÃO

A diversificação do sistema produtivo possibilita a disponibilização de nutrientes, proteção do solo e redução o impacto ambiental (Spehar & Santos, 2002). Práticas de manejo e conservação, como o emprego de plantas de

cobertura, são importantes para a manutenção ou melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos (Perin et al., 2004). O consórcio é uma estratégia fitotécnica importante sob o ponto de vista do incremento na produtividade das culturas e do aumento da diversidade de espécies cultivadas numa mesma área, favorecendo o equilíbrio ecológico deste sistema (Montezano & Peil, 2006).

De acordo com Pacheco et al. (2011) o milheto destaca-se na liberação de potássio, nitrogênio e fósforo. De acordo com os autores, a liberação de nutrientes ocorreu de forma mais intensa nos primeiros 60 dias após o manejo, seguido por um uma fase de maior resistência à decomposição.

Estudos de consórcio de eucalipto com plantas de cobertura são praticamente inexistentes na literatura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade do solo cultivado com eucalipto, em fase de formação, consorciado com plantas de cobertura manejadas com rolo faca.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Álvares Machado-SP. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes plantas de cobertura na entrelinha do eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), clone H13: 1 – *P. glaucum* (milheto), 2 – *P. glaucum* + *Crotalaria spectabilis*, 3 – *P. glaucum* + *C. juncea* cv. IAC KR1, 4 – *P. glaucum* + *Dolichos lablab* cv. Rongai, 5 – *P. glaucum* em 2 linhas, 6 – *P. glaucum* + *M. pruriens*, 7 – *C. spectabilis*, 8 – *C. juncea*, 9 – *D. lablab*, 10 – *M. pruriens*, 11 – testemunha sem plantas de cobertura, com vegetação espontânea, 12 – testemunha mantida sem plantas daninhas com herbicida, 13 – testemunha no limpo com capina manual. Todos os tratamentos foram capinados na linha do eucalipto. As plantas de cobertura foram semeadas em área com eucalipto implantada, com 58 dias de transplantio.

Não foi realizada adubação de plantio. As plantas de cobertura foram semeadas nas

entrelinhas do eucalipto. A unidade experimental foi constituída por três linhas de eucalipto com sete plantas cada, em espaçamento de 1,8 x 3,0 m. Foi padronizado o espaçamento de 0,50 m entre as linhas das plantas de cobertura de todos os tratamentos. As plantas de cobertura ocuparam 2 m entre as linhas do eucalipto, sendo deixadas 0,5 m em cada lado da linha de plantio, ou seja, foram semeadas quatro linhas das plantas de cobertura na entrelinha do eucalipto. No tratamento de milho 2 linhas, foram implantadas apenas duas linhas na entrelinha do eucalipto.

Nos tratamentos com consórcio, as plantas de cobertura foram semeadas em linhas alternadas, sendo uma linha de milho e outra da leguminosa. Foi utilizada a mesma quantidade de sementes na linha, tanto dos tratamentos de plantas de cobertura consorciadas como nas solteiras. A quantidade de sementes foi de 19, 19, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para *P. glaucum*, *C. spectabilis*, *C. juncea*, *D. lablab*, *M. pruriens*, considerando padrões mínimos de germinação de 75, 60, 60, 60 e 60%, respectivamente. No tratamento com herbicida foi utilizado o glyphosate (1.440 g i.a. ha<sup>-1</sup>).

O experimento foi realizado em um Argissolo Vermelho Amarelo, com classificação textural areia-franca, cuja análise química do solo na camada 0-10 cm indicou valores de pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,1; MO = 21 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 123 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,21 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 3,4 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 8,5 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 31 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 9,9 mg dm<sup>-3</sup>; K = 5,6 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 46 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 25 mmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al = 13 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 89,5 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 76,2 mmolc dm<sup>-3</sup>; e V = 85 %. As plantas de cobertura do solo foram manejadas com rolo faca no pleno florescimento do milho. Foram amostrados 10 pontos de cada unidade experimental, na camada 0-10cm, no momento do manejo das plantas de cobertura com rolo faca, 40 e 120 dias após, sendo avaliada a fertilidade do solo. As análises foram feitas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do IAC, com metodologia segundo Raij et al. (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados de potássio no solo cultivado com eucalipto consorciado com plantas de cobertura. Houve interação entre épocas de avaliação e espécies consorciadas com o eucalipto. Verificou-se incremento no potássio do solo após o manejo das plantas de cobertura com o rolo faca em todos os tratamentos, à excessão das

testemunhas com capina e com herbicida. Considerando que nestes tratamentos não havia resíduo das culturas, não houve liberação do potássio. De acordo com Marschner (1995), o potássio se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas e é rapidamente lixiviado logo após o manejo das plantas de cobertura, com pequena dependência dos processos microbianos do solo.

Em relação às espécies consorciadas com o eucalipto, pode ser observado que aos 40 dias após o manejo com o rolo faca, praticamente não houve diferença entre as espécies em relação à liberação de potássio. Aos 120 dias após o manejo verificou-se praticamente o dobro de potássio no solo em relação aos tratamentos sem plantas de cobertura, destacando-se os tratamentos com presença de milho. Uma maior liberação de potássio foi verificada aos 120 dias para o milho solteiro, milho solteiro com duas linhas e milho consorciado com *C. spectabilis*. O tratamento com plantas daninhas na entrelinha do eucalipto apresentou incremento em potássio devido provavelmente à senescência de algumas plantas que completaram o ciclo.

**Tabela 1** – Potássio em solo cultivado com eucalipto, consorciado com plantas de cobertura, em diferentes épocas após o manejo das plantas de cobertura com rolo faca.

Espécies consorciadas com eucalipto	Dias após manejo com rolo faca		
	0	40	120
	Potássio (mmolc dm <sup>-3</sup> )		
MI <sup>1</sup>	3,5 Ac	5,9 ABb	7,8 ABa
MI+CS	3,7 Ac	6,0 ABb	9,0 Aa
MI+CJ	3,2 Ab	6,0 ABa	6,4 BCa
MI+DL	2,9 Ab	5,9 ABa	6,8 Ba
MI 2L <sup>2</sup>	2,8 Ac	5,4 ABb	7,8 ABa
MI+MU	2,7 Ab	6,1 Aa	7,4 ABa
CS <sup>3</sup>	3,5 Ab	6,1 Aa	6,2 BCDA
CJ <sup>4</sup>	3,5 Ab	5,3 ABa	6,0 BCDA
DL <sup>5</sup>	3,7 Ab	5,5 ABa	6,8 Ba
MU <sup>6</sup>	3,6 Ab	5,8 ABa	6,5 Ba
PD <sup>7</sup>	3,4 Ab	5,4 ABa	6,0 BCDA
TH <sup>8</sup>	4,1 Aa	4,1 Ba	4,4 Da
TC <sup>9</sup>	3,8 Aa	4,2 ABa	4,3 CDA

<sup>1</sup>milho (*Pennisetum glaucum*) <sup>2</sup>milho 2 linhas <sup>3</sup>*Crotalaria spectabilis* <sup>4</sup>*C. juncea* <sup>5</sup>*Dolichos Lab Lab* <sup>6</sup>*Mucuna pruriens* <sup>7</sup>plantas daninhas <sup>8</sup>testemunha com herbicida <sup>9</sup>testemunha capinada.

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do fósforo, cálcio e magnésio liberados por plantas de cobertura consorciadas com eucalipto.

Não houve interação entre plantas de cobertura e épocas após o manejo com o rolo faca para estas variáveis.

Pode ser observado que não houve diferença entre as épocas na liberação de fósforo pelas plantas de cobertura. Entre as espécies consorciadas com o eucalipto destacou-se o milheto, com valores de fósforo no solo (136,9 mg dm<sup>-3</sup>) acima dos encontrados na implantação do experimento (123 mg dm<sup>-3</sup>). De acordo com Marschner (1995) o fósforo encontra-se em componentes orgânicos do tecido vegetal e sua liberação está relacionada aos processos microbianos. Carpim et al. (2008) verificaram em relação à liberação de nutrientes pela palha de milheto que o potássio foi o nutriente mais facilmente liberado, enquanto os mais resistentes à liberação foram o cálcio, seguido do fósforo e do magnésio.

**Tabela 2** – Fósforo, cálcio e magnésio em solo cultivado com eucalipto, consorciado com plantas de cobertura, em diferentes épocas após o manejo das plantas de cobertura com rolo faca.

	Fósforo	Cálcio	Magnésio
	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmolc dm <sup>-3</sup> )	
MI <sup>1</sup>	136,9 A	57,0 A	22,7 A
MI+CS	123,2 AB	53,1 AB	20,0 AB
MI+CJ	110,7 ABC	43,4 BC	16,7 B
MI+DL	121,6 ABC	45,9 ABC	18,2 AB
MI 2L <sup>2</sup>	108,7 ABC	41,6 C	16,3 B
MI+MU	90,1 C	41,9 C	16,4 B
CS <sup>3</sup>	109,2 ABC	44,0 BC	17,8 B
CJ <sup>4</sup>	108,5 ABC	42,7 BC	16,7 B
DL <sup>5</sup>	113,9 ABC	45,2 BC	17,7 B
MU <sup>6</sup>	112,4 ABC	44,6 BC	17,8 B
PD <sup>7</sup>	102,7 BC	47,9 ABC	15,8 B
TH <sup>8</sup>	111,8 ABC	41,8 C	17,4 B
TC <sup>9</sup>	116,2 ABC	42,8 BC	16,6 B
Dias após manejo com rolo faca			
0	109,6 A	47,4 A	18,3 A
40	118,0 A	45,8 AB	18,1 A
120	110,5 A	43,4 B	16,8 A

<sup>1</sup>milheto (*Pennisetum glaucum*) <sup>2</sup>milheto 2 linhas <sup>3</sup>*Crotalaria spectabilis* <sup>4</sup>*C. juncea* <sup>5</sup>*Dolichos Lab Lab* <sup>6</sup>*Mucuna pruriens* <sup>7</sup>plantas daninhas <sup>8</sup>testemunha com herbicida <sup>9</sup>testemunha capinada.

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao cálcio, na comparação entre as plantas de cobertura consorciadas com eucalipto, destacaram-se o milheto solteiro e o milheto

consorciado com *C. spectabilis*. Houve uma redução do cálcio no solo entre as épocas de avaliação.

Em relação ao magnésio não houve diferença entre as épocas de avaliação. O milheto solteiro e milheto consorciado com *C. spectabilis* apresentaram os melhores resultados na consorciação com o eucalipto em termos de magnésio liberado.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (SB). Não houve interação entre plantas de cobertura e manejo para nenhuma destas variáveis.

**Tabela 3** – Matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (SB) em solo cultivado com eucalipto, consorciado com plantas de cobertura, em diferentes épocas após o manejo das plantas de cobertura com rolo faca.

	MO	CTC	SB
	g dm <sup>-3</sup>	mmolc dm <sup>-3</sup>	
MI <sup>1</sup>	19,8 A	98,1 A	85,4 A
MI+CS	19,4 AB	92,2 AB	79,3 AB
MI+CJ	17,2 BCD	78,0 BC	65,4 BC
MI+DL	17,7 ABCD	81,6 BC	69,4 BC
MI 2L <sup>2</sup>	17,0 BCD	75,5 C	63,3 C
MI+MU	17,3 BCD	76,3 C	63,8 C
CS <sup>3</sup>	18,1 ABCD	79,6 C	67,1 BC
CJ <sup>4</sup>	17,7 ABCD	77,0 C	64,4 BC
DL <sup>5</sup>	18,2 ABC	81,2 C	68,3 BC
MU <sup>6</sup>	18,1 ABCD	80,6 C	67,7 BC
PD <sup>7</sup>	16,7 CD	80,8 C	68,7 BC
TH <sup>8</sup>	15,7 D	75,4 C	63,4 C
TC <sup>9</sup>	16,6 CD	76,0 C	63,6 C
Dias após manejo com rolo faca			
0	19,3 A	82,0 A	69,1 A
40	17,3 B	81,8 A	69,4 A
120	16,3 C	79,1 A	66,8 A

<sup>1</sup>milheto (*Pennisetum glaucum*) <sup>2</sup>milheto 2 linhas <sup>3</sup>*Crotalaria spectabilis* <sup>4</sup>*C. juncea* <sup>5</sup>*Dolichos Lab Lab* <sup>6</sup>*Mucuna pruriens* <sup>7</sup>plantas daninhas <sup>8</sup>testemunha com herbicida <sup>9</sup>testemunha capinada.

Médias seguidas por letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A matéria orgânica foi superior no tratamento com milheto solteiro o qual diferiu significativamente das coberturas com milheto + *C. juncea*, 2 linhas de milheto, milheto + mucuna, plantas daninhas e testemunhas capinada e com herbicida. Houve diferença entre as épocas de avaliação. Houve uma redução da matéria orgânica ao longo das avaliações, o que pode ser explicado pela decomposição da espécie *Brachiaria ruziziensis*, a qual foi a espécie

predominante na implantação do experimento, uma vez que esta espécie foi manejada com arado e grade para o plantio do eucalipto. Possivelmente a matéria orgânica desse material foi sendo decomposta no decorrer das avaliações. Cunha et al. (2011) ressalta que o aumento da matéria orgânica do solo está associado, entre outros fatores, aos níveis de resíduos vegetais depositados ao solo. Contudo, depende também da qualidade desses resíduos sobretudo no que se refere à relação C/N e de constituintes mais recalcitrantes à decomposição microbiana, como ligninas, ceras e compostos fenólicos de alto peso molecular.

Em relação à CTC e SB também se destacou o milho, com o aumento dessas variáveis, o que representa uma melhoria importante na qualidade deste solo. A CTC inicial foi de 89,5 mmolc dm<sup>-3</sup> e sendo elevada para 98,1 mmolc dm<sup>-3</sup> no tratamento com milho solteiro. Os tratamentos sem plantas de cobertura apresentaram os menores valores de CTC.

Não houve diferenças entre as leguminosas solteiras ou consorciadas com milho na liberação de cálcio, fósforo, magnésio e acúmulo de matéria orgânica, todavia o milho solteiro destacou-se nestas variáveis.

## CONCLUSÕES

A utilização de milho solteiro ou consorciado com leguminosas na entrelinha do eucalipto é uma opção para aumentar a fertilidade do solo na implantação da cultura.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

CARPIM, L.K.; ASSIS, R.L.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R.; PEREIRA, V.C.; GOMES, G.V. & SILVA, A.G. Liberação de nutrientes pela palhada de milho em diferentes estádios fenológicos. R. Bras. Ci. Solo, 32:2813-2819, 2008.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; DIDONET, A.D.; FERREIRA, E.P.B.; MOREIRA, J.A.A. & LEANDRO, W.M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., 15:1021-1029, 2011.

MARSCHNER, H. Function of mineral nutrients: macro-nutrients. In: Mineral nutrition of higher plants. 2ed. San Diego: Academic, 1995. p.229-312.

MONTEZANO, E.M. & PEIL, R.M.N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. R. Bras. Agrociência, 12:129 -132, 2006.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E. & PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. Pesq. Agropec. Bras., 46: 17-25, 2011.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. & ZONTA, E. Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes, considerando espaçamentos e densidades de plantio. R. Bras. Ci. Solo, 28:207-213, 2004.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

SPEHAR, C.R.; TEIXEIRA, D.L.; CABEZAS, W.A.R.L. & ERASMO, E.A.L. Amaranho BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. Pesq. Agropec. Bras., 38:659-663, 2003.