



16292 - Mandioca em Sucessão a Plantas de Cobertura sob Bases Agroecológicas no Mato Grosso do Sul

Cassava in Succession of Cover Crops under Agroecological Basis in Mato Grosso do Sul State

Katia Maria Garicoix Recalde¹; Leandro Flávio Carneiro²; Mara Regina Moitinho³; Flávio Hiroshi Kaneko⁴; Daniella Nogueira Moraes Carneiro⁵; Milton Parron Padovan⁶

¹Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul, Mundo Novo, MS, vitoria05@hotmail.com; ²UFG regional Jataí, Jataí, GO, leoflacar@yahoo.com.br; ³UNESP campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, mara_moitinho@yahoo.com.br; ⁴IFMS campus de Nova Andradina, Nova Andradina, MS, flavio.kaneko@ifms.edu.br; ⁵UFG campus Jataí, Jataí, GO, daninog27@yahoo.com.br; ⁶Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, milton.padovan@embrapa.br.

Resumo: O uso de plantas de coberturas é uma técnica capaz de aumentar a sustentabilidade. Assim, desenvolveu-se este estudo objetivando conhecer o acúmulo de nutrientes e fitomassa na parte aérea de adubos verdes e o desempenho da mandioca cultivada em sucessão. Os tratamentos avaliados foram: feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-preta, sorgo-forrageiro, feijão-guandu, milheto, crotalária, consórcio entre crotalária e milheto, mistura de todos os adubos verdes utilizados no estudo e a testemunha em pousio. Os resultados mostraram que a mistura de adubos verdes e a crotalária apresentaram maiores acúmulos de massa seca na parte aérea em relação aos demais tratamentos, assim como para o acúmulo da maioria dos nutrientes. O feijão-guandu apresentou maior acúmulo de N, P e S na parte aérea das plantas, assim como o milheto para P, K e S. A mandioca apresentou o melhor desempenho quando cultivada em sucessão à mistura de adubos verdes e crotalária.

Palavras-chave: produção de fitomassa, leguminosas, acúmulo de nutrientes, *Manihot esculenta*.

Abstract: The use of cover crops is a technique to enhance sustainability. Thus, this study developed aiming at knowing the accumulation of biomass and nutrients in shoots of green manures and performance of cassava grown in succession. The treatments were: bean-to-pork, bean-mad-do-ceará, velvet bean, forage sorghum, pigeonpea, pearl millet, sunn, sunn and millet intercropping, mix all green manure used in the study and the witness fallow. The results showed that the mixture of green fertilizers and crude showed higher accumulation of dry matter in shoots compared to other treatments, as well as the accumulation of most nutrients. The pigeonpea showed greater accumulation of N, P and S in the shoots, as well as millet to P, K and S. Cassava outperformed when grown in succession to the mix of green fertilizers and sunn

Keywords: phytomass production, legumes, nutrients accumulation, *Manihot esculenta*.



Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma importante fonte de amido para a população mundial, principalmente para as pessoas carentes, em países em desenvolvimento, ocupando cerca de 20 milhões de hectares em todo o mundo. O Brasil é o segundo produtor, ocupando 1,7 milhões de hectares com esta cultura, produzindo cerca de 25,3 milhões de toneladas dessa tuberosa anualmente (FAO, 2013).

Buscar alternativas viáveis economicamente e que possibilitem redução de insumos e melhoria ambiental, deve ser prioridade da pesquisa para elevar a eficiência na produção de mandioca. Para isso, o uso de plantas que tenham sistema radicular profundo e agressivo, bom desenvolvimento da parte aérea para formação de palhada ao sistema solo, tolerância às principais pragas e patógenos que afetam a cultura, capacidade de supressão de plantas infestantes e que promovam melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo devem ser incorporadas ao sistema de produção agrícola, antecedendo o cultivo da mandioca (CALEGARI, 2008).

Em função dessa melhoria em atributos químicos e físicos do solo, em decorrência da reciclagem de nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e também devido a fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas (SILVA et al., 2009), o uso de plantas de cobertura no sistema de produção é também conhecido como adubação verde, embora seus pontos positivos ultrapassem os limites da fertilidade do solo e da nutrição de plantas. Nesse contexto, a adubação verde é uma prática recomendada visando o melhoramento do sistema, proporcionando expressivos benefícios à agricultura de interesse econômico (ALMEIDA; CÂMARA, 2011).

Para a adubação verde, as leguminosas apresentam características relevantes, como a fixação de N_2 atmosférico, em associação com bactérias, principalmente do gênero *Rhizobium*, além de possuírem biomassa rica em P, K e Ca, bem como sistema radicular ramificado e profundo, que facilitam a reciclagem de nutrientes do solo, tornando-os disponíveis para as culturas de interesse econômico (TEODORO et al., 2011). As leguminosas mucuna-preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) são frequentemente recomendadas para a adubação verde (RISSO et al., 2009), porém o comportamento destas espécies varia em função das condições edafoclimáticas, o que aumenta a necessidade de mais estudos nas diferentes regiões, a fim de evitar as recomendações generalizadas (PADOVAN et al., 2006).

A produtividade da cultura da mandioca no Brasil está em torno de $14,2 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto que em Mato Grosso do Sul, alcança $20,7 \text{ t ha}^{-1}$ (CONAB, 2012). Esses rendimentos podem ser considerados baixos em relação ao potencial produtivo da cultura e o aumento deste, pode ser alcançado pela incorporação de tecnologias, como por exemplo a rotação e sucessão de culturas com plantas de cobertura. De forma complementar, a adoção de sistemas de cultivo, com preparo mínimo do solo envolvendo a cultura da mandioca, mantendo os resíduos de culturas de cobertura

na superfície do solo, tem sido preconizada por constituir uma alternativa tecnicamente viável para a tuberosa (OTSUBO et al., 2013).

Nessa perspectiva, Otsubo et al. (2008) desenvolveram um estudo em um Argissolo Vermelho de textura arenosa no sudoeste de Mato Grosso do Sul, envolvendo o cultivo mínimo da mandioca sobre palhada de mucuna-cinza, sorgo-granífero e milho. Os autores constataram que o uso de plantas de cobertura do solo viabiliza o cultivo mínimo dessa tuberosa, promovendo incrementos significativos no rendimento de raízes, comparando-se ao preparo convencional do solo. Em outro estudo na mesma região, envolvendo a aveia-preta, Otsubo et al. (2012) verificaram produtividade semelhante entre os tratamentos com preparo convencional do solo e plantio direto da mandioca sobre a palhada da aveia com e sem controle de plantas daninhas com herbicida, o que, aliado aos benefícios da adubação verde para os atributos do solo, os autores ressaltam a viabilidade da prática do cultivo mínimo da mandioca.

Nesse contexto, desenvolveu-se um estudo com os objetivos de determinar o acúmulo de fitomassa e nutrientes na parte aérea de plantas de cobertura utilizadas como adubos verdes, bem como o desempenho da mandioca cultivada em sucessão.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido no período de outubro de 2010 a março de 2012, no município de Itaquiraí, MS, nas coordenadas 23°28' S, 54°11' W e 340 m de altitude (NORMAIS, 1992), em Latossolo Vermelho distrófico típico (SANTOS et al., 2006), textura arenosa (852 g kg⁻¹, 37 g kg⁻¹ e 111 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente). Nessa ecorregião, o início do período chuvoso normalmente ocorre em outubro, intensificando de dezembro a fevereiro, com redução significativa em março e abril, sendo que os dados de precipitação durante o experimento encontram-se na Figura 1.

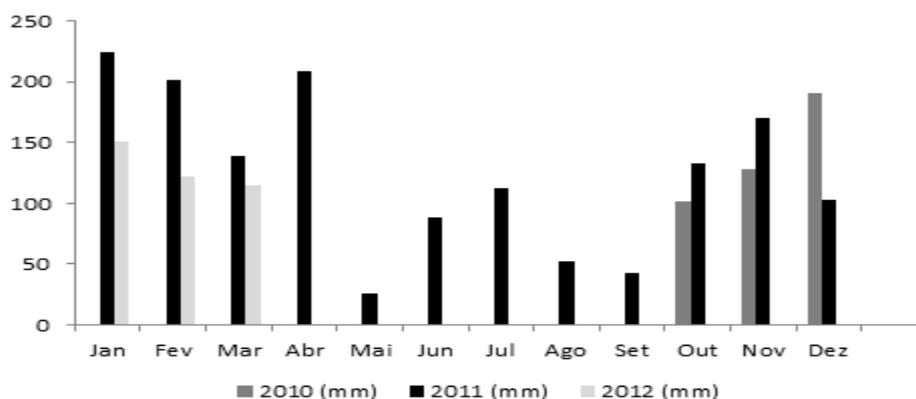


Figura 1. Precipitação mensal para o cultivo das plantas de cobertura e da mandioca em sucessão no município de Itaquiraí MS, 2010 a 2012.

A área experimental é manejada seguindo princípios agroecológicos desde 2004, suprimindo-se a utilização de agroquímicos, aportando cama-de-frango e composto orgânico ao solo em cultivos de culturas anuais, como o milho e o feijão, além de usar a adubação verde e pulverização de bioprotetores nas culturas de interesse econômico para fins de manejo de insetos-praga e patógenos.

A implantação das plantas de cobertura foi realizada em 28 de fevereiro de 2010 após preparo convencional do solo na área experimental, utilizando-se uma gradagem (aradora), e posterior aplicação a lanço de 3 t ha⁻¹ de composto orgânico (composição: mistura de resíduos de diferentes espécies vegetais arbóreas, arbustivas e herbáceas com esterco de bovinos e de galinhas poedeiras) e incorporação através de gradagem niveladora, visando à melhoria da fertilidade do solo. Na ocasião, o solo apresentava os seguintes valores de alguns atributos químicos, na profundidade de 0 a 0,20 m: pH (H₂O) = 5,8; Al³⁺ = 0,1 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 1,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,0 cmol_c dm⁻³; K⁺ = 0,24 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich-1) = 9,6 mg dm⁻³ e M. O. = 10,85 g kg⁻¹.

O experimento foi compreendido por 10 tratamentos constituídos por plantas de cobertura: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), sorgo-forrageiro (*Sorghum bicolor*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), milheto (*Penisetum americanum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), consórcio entre crotalária e milheto (50% da densidade de plantas recomendadas para cada espécie em cultivo solteiro), mistura de todos os adubos verdes utilizados no estudo, utilizando-se 15% da densidade recomendada para cada espécie em cultivo solteiro, além de 1 tratamento testemunha (parcela em pousio, com vegetação espontânea, predominando *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Croton glandulosus*, *Cenchrus echinatus* e *Sida cordifolia*), em blocos ao acaso com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância (p<0,05) e na presença de significância, realizou o Teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Cada unidade experimental (parcela) teve dimensões de 10 x 20 m, espaçadas em 0,45 m entre as linhas de plantio das plantas de cobertura e densidade preconizada por Calegari et al. (1993) para cada espécie, sem adubação.

As avaliações das plantas de cobertura a campo foram realizadas aos 105 dias após a emergência, quando a maioria das espécies estudadas encontrava-se no estágio final de florescimento a início da formação de grãos, conforme preconizado por Padovan et al. (2008). Utilizou-se o seguinte procedimento: corte das plantas de cobertura rente ao solo e, na sequência, quantificou-se a massa fresca, amostrando-se 4,5 m² da área útil. Em seguida, algumas plantas foram separadas ao acaso (cerca de 300 a 400 g), pesadas, acondicionadas em saco de papel e levadas à estufa de ventilação forçada à 65 °C, até peso constante, para determinação da massa seca. Após a secagem, o tecido vegetal foi moído em moinho tipo Willey e,

posteriormente, submetido à análise dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, conforme Malavolta et al. (1997).

A mandioca, cultivar IAC 576, foi plantada diretamente junto à palhada dos adubos verdes, em 27 de fevereiro de 2011, aos 11 dias depois do seu corte, após sulcagem utilizando-se cultivador do tipo subsolador que atingiu profundidade de 30 cm. As manivas de mandioca foram plantadas a 5 cm de profundidade, espaçadas de 0,90 m entre linhas e 0,70 m entre plantas, com densidade populacional de 15.873 plantas ha⁻¹.

As avaliações concernentes à altura média de plantas (APL), peso da parte aérea fresca (PPAF) e peso de raízes (PRF) da mandioca foram realizadas aos 11 meses após o brotamento das manivas, por ocasião da colheita.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussões

Os resultados concernentes ao acúmulo de massa de matéria seca e nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura, bem como na vegetação espontânea (testemunha), são mostrados na Tabela 1. A mistura de adubos verdes e *C. juncea* apresentaram as maiores massas de matéria seca na parte aérea das plantas, seguidos do feijão-guandu e consórcio de milheto e crotalária, corroborando com resultados obtidos por Gitti et al. (2012) que, comparando o efeito de plantas de cobertura (crotalária, milheto, milheto+crotalária, guandu, milheto+guandu, braquiária e pousio) antecedendo o cultivo do arroz de terras altas em Selvíria-MS, observaram maior produção de massa seca para a crotalária, milheto e consórcio entre milheto e crotalária. Em relação ao feijão-guandu, Alcântara et al. (2000) constataram alta capacidade desta espécie na produção de massa seca, correspondendo 13,8 t ha⁻¹, em um estudo desenvolvido em Lambari (MG). Já o sorgo-forrageiro e o milheto apresentaram boas produções de massa seca, embora em patamares menores aos observados com a mistura dos adubos verdes, crotalária, feijão-guandu e milheto com crotalária (Tabela 1). Porém, produtividades mais elevadas em massa seca de sorgo-forrageiro foram verificadas em outras situações, conforme observados por Padovan et al. (2013).

Todavia, o feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-preta apresentaram menores produções de massa da matéria seca, não diferindo significativamente do tratamento testemunha (Tabela 1). Embora essas espécies, como o feijão-de-porco e mucuna-preta tenham produzido menores quantidades de massa seca, na literatura o cultivo delas devem ser considerados no sistema de produção, conforme evidenciado por Heinrichs et al. (2005), que observando o uso de plantas de cobertura em consórcio com o milho, verificaram maior produção de fitomassa do

feijão-de-porco quando comparado à mucuna-anã, crotalária (*Crotalaria spectabilis*) e pouso.

A diferença no comportamento das espécies vegetais, além daqueles inerentes à própria espécie e à cobertura do solo, também pode ser devido a fatores climáticos, edáficos e ambientais, como disponibilidade de água no solo, tipo e fertilidade, os quais interferem no crescimento e na adaptação das espécies naquele local. Tal fato é corroborado também por Torres et al. (2008), que verificando o comportamento de plantas de cobertura no triângulo mineiro, em duas épocas de implantação das plantas de cobertura (agosto e março), observaram para o milho, sorgo e braquiária, acúmulo médio de massa seca na ordem de 58% a mais para o cultivo no início da estação chuvosa, quando comparado à média de massa seca dessas três plantas semeadas em março. Por outro lado, para a crotalária, os valores em massa seca foram semelhantes em ambas as épocas de cultivo, diferentemente do feijão-guandu e da aveia, que obtiveram maior acúmulo de massa seca cultivada no mês de março.

Tabela 1. Massa de matéria seca e acúmulo de nutrientes na parte aérea de adubos verdes e plantas espontâneas no Cone Sul de Mato Grosso do Sul, no ano agrícola 2010/2011.

P. cobertura	MMS	N	P	K	Ca	Mg	S
	(t ha ⁻¹)						
F. de-porco	4,91 d ⁽¹⁾	124,96 c	4,78 c	66,22 c	49,62 b	21,00 c	3,60 c
F.b.ceará	5,68 d	147,74 b	6,27 b	60,66 c	50,10 b	17,35 d	4,11 c
M. preta	5,60 d	134,11 b	6,66 b	64,01 c	26,78 c	14,76 d	3,75 c
Sorgo	7,94 c	53,44 d	6,00 b	33,72 b	15,10 d	25,03 c	4,00 c
F.guandu	11,25 b	222,27 a	12,36 a	109,45 b	42,73 b	21,96 c	7,63 a
Milheto (M)	8,73 c	104,03 c	10,74 a	146,65 a	18,66 d	36,85 b	7,31 a
<i>C. juncea</i> (C)	13,04 a	226,45 a	9,07 a	79,81 c	41,36 b	47,30 a	8,51 a
M/C	10,39 b	150,65 b	6,63 b	91,65 b	34,95 c	40,30 b	6,09 b
Mistura	14,30 a	235,76 a	11,48 a	109,45 b	68,10 a	50,21 a	8,55 a
Testemunha	4,90 d	57,95 d	3,45 c	58,55 c	25,80 c	16,27 d	3,07 c
CV (%)	11,70	12,91	21,11	16,12	22,00	16,20	19,51

MMS: Massa de matéria seca da parte aérea de adubos verdes e plantas espontâneas. ⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

É válido ressaltar que a matéria orgânica no solo está ligada a processos fundamentais como a ciclagem e retenção de nutrientes, agregação do solo e dinâmica da água, além de ser fonte básica de energia para a atividade biológica (ROSCOE et al., 2006). Dessa forma, a deposição superficial de resíduos vegetais e a não incorporação desses ao solo contribuem para a diminuição das perdas de matéria orgânica no solo por erosão e mineralização. Portanto, os resultados de

produção de massa seca dos adubos verdes apresentados, podem contribuir efetivamente para o incremento de matéria orgânica no solo ao longo dos anos.

Conforme apresentado na tabela 1, as maiores quantidades de N acumulado na parte aérea das plantas foram observadas nos tratamentos representados pela mistura de adubos verdes ($235,76 \text{ kg ha}^{-1}$), *C. juncea* ($226,45 \text{ kg ha}^{-1}$) e feijão-guandu ($222,27 \text{ kg ha}^{-1}$), diferindo significativamente dos demais. A esse resultado atribui-se o elevado acúmulo de fitomassa. O feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-preta, que apresentaram produção de massa da matéria seca pouco expressivas, $5,68$ e $5,60 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, acumularam elevadas quantidades de N na parte aérea das plantas, em decorrência da elevada capacidade de absorção do N no solo, aliado à fixação biológica de nitrogênio (Tabela 1).

Resultados obtidos por Carvalho e Amabile (2006) indicaram que o balanço de N no sistema determina o acúmulo de matéria orgânica no solo sob sistema plantio direto. Nesse sentido, conforme os dados apresentados no presente trabalho, torna-se imprescindível a inclusão de leguminosas em sistemas de cultivos quando se visa a recuperação dos estoques de C e N do solo, que, além do C fotossintetizado adicionado ao solo pela massa vegetal, também agregam, via resíduos vegetais, o N_2 atmosférico fixado simbioticamente. A mineralização do N dos resíduos e o N orgânico acumulado no solo aumentam o suprimento deste nutriente para as espécies não-leguminosas, como por exemplo, a mandioca, que participa do sistema de produção.

Quanto ao acúmulo de fósforo na parte aérea das plantas de cobertura, o feijão-guandu ($12,32 \text{ kg ha}^{-1}$), a mistura de adubos verdes ($11,48 \text{ kg ha}^{-1}$), o milho ($10,74 \text{ kg ha}^{-1}$) e a *C. juncea* ($9,07 \text{ kg ha}^{-1}$) apresentaram os maiores acúmulos, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Estes valores são próximos aos observados por Gitti et al. (2012) que obtiveram em média, acúmulo de $12,20 \text{ kg ha}^{-1}$ de P, para a média das plantas de cobertura, sendo que os maiores patamares foram obtidos com o milho + crotalária, crotalária, milho e feijão-guandu. Os resultados de Torres et al. (2008) indicam que a liberação do P oriundo dos restos vegetais das plantas de cobertura, é lenta, chegando a 247 dias para liberar 50% do P acumulado na palhada de milho. Assim, diminui-se a possibilidade de fixação de P reciclado com os elementos metálicos (Fe, Cu, Mn e Zn) presentes na fração argila dos solos tropicais. Todavia, visando o manejo da adubação das culturas, é importante que seja feito o manejo correto da adubação fosfatada nos solos, para que se tenha este elemento disponível, atendendo a demanda, de acordo com a marcha de absorção de P nas culturas em sucessão, neste caso, a mandioca.

O milho apresentou maior acúmulo de potássio ($146,65 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 1), em comparação com os demais tratamentos, uma vez que esta espécie vegetal possui elevada capacidade em absorver grandes quantidades desse elemento no solo (BOER et al., 2007), podendo ser utilizada estrategicamente para a ciclagem desse

nutriente. Estudo desenvolvido por Padovan et al. (2008), constatou-se acúmulo de 76, 16 e 153 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente, no estágio de início de formação dos grãos. Assim, como a reciclagem de K é alta, é importante que se implante em sucessão, para que este elemento não lixivie novamente, culturas com alta demanda de potássio, como por exemplo a mandioca, que para produção de 25 t ha⁻¹ de raízes, extrai cerca de 146 kg ha⁻¹ de K (SOUZA et al., 2009).

No tratamento representado pela mistura de adubos verdes, o acúmulo de cálcio foi superior aos demais, principalmente pela elevada quantidade de massa da matéria seca produzida. No entanto o feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-preta, apesar da produção de fitomassa inferior, acumularam elevadas quantidades de Ca, demonstrando alta eficiência na absorção e ciclagem desse nutriente (Tabela 1).

Quanto ao magnésio, a mistura de adubos verdes e a *C. juncea* acumularam as maiores quantidades, diferindo significativamente dos demais tratamentos, considerando a elevada quantidade de massa seca produzida pela parte aérea das plantas. Já o milho apresentou importante acúmulo de Mg, especialmente por considerar a produção mediana de massa seca (8,73 t ha⁻¹), mostrando-se altamente eficiente na absorção desse elemento. Embora dentre os macronutrientes, o magnésio seja extraído em menor quantidade pela mandioca (Souza et al., 2009), é preciso enfatizar que além do calcário dolomítico, poucas são as fontes de Mg que economicamente são viáveis ao produtor de mandioca. Assim, principalmente em regiões do Brasil, onde, a logística é desfavorável à comercialização de calcário dolomítico, é estratégica a utilização de plantas de cobertura eficientes na extração deste elemento, para garantir produtividade e viabilidade econômica ao agricultor. Já o enxofre foi absorvido em maiores quantidades pela mistura de adubos verdes, *C. juncea*, feijão-guandu e milho, em detrimento aos demais tratamentos, seguindo a mesma tendência observada em relação ao nitrogênio.

Na Tabela 2 são apresentados resultados referentes à altura de plantas, massa fresca da parte aérea e massa fresca de raízes da mandioca cultivada em sucessão a plantas de cobertura. Houve diferença significativa no comportamento da cultura da mandioca em função do cultivo prévio das plantas de cobertura.

A mandioca apresentou maior altura de plantas e massa fresca da parte aérea fresca, além de maior massa de raízes frescas quando cultivada em sucessão à mistura de adubos verdes e *C. juncea*, diferindo significativamente dos demais tratamentos, apresentando grande potencial para arranjos de cultivos com essa tuberosa (Tabela 2). O aporte de nitrogênio via fixação biológica pela mistura de adubos verdes, devido a presença das leguminosas, bem como a *C. juncea* em cultivo solteiro, podem ter favorecido o crescimento da parte aérea, a massa fresca da parte aérea e a massa fresca de raízes das plantas de mandioca, enquanto os restos culturais do sorgo-forrageiro por possuir alta relação C/N, necessita de maior

fornecimento de N para o processo de decomposição da fitomassa, promovendo déficit desse elemento à cultura sucessora.

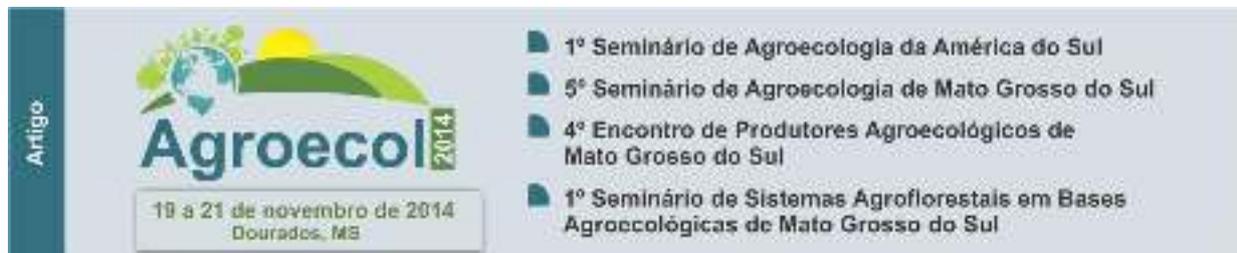
Em relação à produtividade de raízes frescas (Tabela 2), verifica-se que a mistura de adubos verdes, juntamente com a crotalária, proporcionaram maiores valores, acima de 30 t ha⁻¹, superando em cerca de 50% à média sul-mato-grossense de produtividade de raízes de mandioca (20 t ha⁻¹), de acordo com os dados da CONAB (2014). A mistura de adubos verdes provocou mudanças na composição da fitomassa, alterando taxas de decomposição dos resíduos culturais, bem como na dinâmica de liberação de nutrientes (TRINSOUTROT et al., 2000), favorecendo a nutrição mineral da mandioca no presente trabalho e, conseqüentemente, a sua performance.

Tabela 2. Desempenho da mandioca cultivada em sucessão a plantas de coberturas num sistema sob bases agroecológicas no Cone Sul de Mato Grosso do Sul, de 2010 a 2012.

Plantas de cobertura	APL	PPAF	PRF
	(m)t ha ⁻¹	
Feijão-de-porco	1,76 d ⁽¹⁾	21,28 e	23,49 c
Feijão-bravo-do-ceará	1,83 c	22,68 d	23,96 c
Mucuna-preta	1,85 c	24,36 c	25,16 c
Sorgo-forrageiro	1,45 f	14,56 g	18,28 e
Feijão-guandu	2,00 b	25,49 b	27,58 b
Milheto	1,60 e	18,04 f	21,36 d
<i>Crotalaria juncea</i>	2,12 a	26,76 a	30,07 a
Milheto/crotalária	2,05 b	24,33 c	23,75 c
Mistura	2,14 a	27,43 a	31,30 a
Testemunha (pousio)	1,57 e	12,90 h	14,97 f
CV (%)	1,90	3,90	4,20

APL: altura média de plantas da mandioca, PPAF: peso da parte aérea fresca da mandioca e PRF: produtividade de raízes frescas de mandioca.⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

A produtividade de raízes frescas obtida nos tratamentos, com exceção da testemunha (14,27 t ha⁻¹) e sorgo-forrageiro (18,28 t ha⁻¹), também superam a produtividade média constatada em Mato Grosso do Sul (CONAB, 2014). Um fator importante que pode justificar a baixa produtividade obtida em sucessão ao sorgo, se refere à capacidade deste de exsudar aleloquímicos (por exemplo, a sorgoleone), os quais também se encontram presentes nas sementes, raízes, colmos e folhas em quantidades variáveis (PEIXOTO; SOUZA, 2002), interferindo no desempenho das plantas cultivadas.



Conclusões

A mistura de adubos verdes e a *C. juncea* apresentaram o melhor desempenho em relação aos demais tratamentos, para a produção de massa de matéria seca na parte aérea das plantas e também no acúmulo da maioria dos nutrientes quantificados.

A mandioca apresentou o melhor desempenho quando cultivada em sucessão à mistura de adubos verdes e *C. juncea*, constituindo-se em alternativas para arranjos de cultivos com essa tuberosa em sistemas sob bases agroecológicas na região.

Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, K.; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 1269-1276, 2007.

CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. **Informações agrônomicas**. v. 1, n. 122, p. 18-23, 2008.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado**: adubação verde. Planaltina: CPAC, 2006. 369 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estudos de prospecção de mercado – safra 2011/2012**: mandioca e principais derivados. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospecao_12_13.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2014.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Statistics**. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/en/>. Acesso em: 14 fev. 2014.



FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O clima da região de Dourados, MS**. 2. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 32 p. (Documentos, 92)

GITTI, D. C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; MONTEIRO, F. P. A.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

NORMAIS climatológicas (1961-1990). Brasília, DF: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

OTSUBO, A. A.; BRITO, O. R.; PASSOS, D. P.; ARAÚJO, H. S.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, V. H. N. Formas de preparo de solo e controle de plantas daninhas nos fatores agrônômicos e de produção da mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2241-2246, 2012.

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; BORGES, C. D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 327-332, 2008.

OTSUBO, A. A.; SILVA, R. F.; MERCANTE, F. M. **Produtividade de mandioca cultivada em Plantio Direto sobre diferentes plantas de cobertura**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 5 p. (Circular Técnica, 21)

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMAO, G. B.; RECALDE, K. M. G. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 3-11, 2013.

PADOVAN, M. P.; OLIVEIRA, F. L.; CESAR, M. N. Z. O papel estratégico da adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN, M. P. (ed.). **Conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos: novos rumos à agricultura familiar**. Dourados, 2006. p. 69-82.

PADOVAN, M. P.; SAGRILO, E.; BORGES, E. L.; TAVARES, J. F. Acúmulo de massa e nutrientes na parte aérea de adubos verdes num sistema sob transição



agroecológica em Itaquiraí, MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. 99-102, 2008.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 2, p. 252-258, 2002.

RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D.; SOUZA, C. G.; ESPINDOLA, J. A. A.; POLIDORO, J. C. **Cultivo orgânico do milho consorciado com leguminosas para fins de adubação verde**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 20 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 42)

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de Manejo e Matéria Orgânica do Solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (eds.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-42.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009.

SOUZA, L. S.; SILVA, J.; SOUZA, L. D. **Recomendação de adubação e calagem para o cultivo da mandioca**. 2009. 6 p. (Comunicado Técnico, 133). Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 14 fev. 2014.

TEODORO R. B.; OLIVEIRA F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO C.; QUARESMA, M. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado no Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, D.; CHÈNEBY, D.; NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbono and nitrogen mineralization kinetics under non limiting nitrogen conditions. **Soil Science Society of American Journal**, n. 3, p. 918-926, 2000.