

## Desempenho da araruta ‘Viçosa’ consorciada com crotalária

Janiele Cássia Barbosa Vieira<sup>1</sup>, João Nacir Colombo<sup>2</sup>, Mário Puiatti<sup>1</sup>,  
Paulo Roberto Cecon<sup>1</sup>, Henrique Colli Silvestre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Av. PH Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa-MG, Brasil. E-mail: jani\_cassia@yahoo.com.br; mpuiatti@ufv.br; cecon@ufv.br; henriquecsv@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa, Rod. ES 080, km 93, São João de Petrópolis, CEP 29660-000, Santa Teresa-ES, Brasil. E-mail: joaonacirc@yahoo.com.br

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e o teor de amido nos rizomas da araruta comum ‘Viçosa’ cultivada em consórcio com a *Crotalaria juncea*. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Constou-se de quatro tratamentos resultantes de três cultivos consorciados da araruta com *Crotalaria juncea*, com o corte da crotalária efetuado aos 90, 120 e 150 dias após a semeadura (DAS) e o controle (monocultura da araruta). Em cada época de corte da crotalária foram avaliados comprimento das plantas de araruta, aporte de massa e de nutrientes pela crotalária e incidência de plantas invasoras. Na colheita, além da produtividade de rizomas, foram estimadas a exportação de nutrientes e produção de amido pelos rizomas. O consórcio proporcionou maior comprimento das plantas de araruta e menor incidência de plantas invasoras na área. O corte da crotalária realizado aos 90 DAS proporcionou maior produtividade de rizomas de araruta e de amido, com aporte, pela crotalária, de 29,7 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca e de 120; 18; 127; 46 e 6 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Para a maioria desses nutrientes a quantidade exportada pelos rizomas da araruta foram inferiores aos aportados pela crotalária indicando a possibilidade de melhorias na fertilidade do solo.

**Palavras-chave:** adubação verde, *Crotalaria juncea*, *Maranta arundinacea*, produtividade

## Performance of arrowroot ‘Viçosa’ intercropped with sunnhemp

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the productive performance and starch content of rhizomes from common arrowroot ‘Viçosa’ cultivated in an intercropping with sunnhemp (*Crotalaria juncea*). A randomized-blocks experimental design with four replicates was adopted. Treatments consisted of three crops of arrowroot intercropped with sunnhemp, with the sunnhemp being harvested at 90, 120, and 150 days after seeding (DAS), plus a control treatment (arrowroot monocrop). At each sunnhemp harvesting time, the length of arrowroot plants, mass and nutrient production by sunnhemp, and incidence of invasive plants were evaluated. At harvesting, in addition to rhizome productivity, nutrients and starch production by the rhizomes were evaluated. The intercropping provided a greater arrowroot plant length and lower incidence of invasive plants in the area. The sunnhemp harvest performed at 90 DAS provided greater productivity of arrowroot rhizomes and starch, with the sunnhemp producing 29.7 t ha<sup>-1</sup> of fresh matter, and 120, 18, 127, 46, and 6 kg ha<sup>-1</sup> of N, P, K, Ca, and Mg, respectively. For most of these nutrients, the amount exported by the arrowroot rhizome was lower than that produced by the sunnhemp, indicating the possibility of improvements in soil fertility.

**Key words:** green manure, *Crotalaria juncea*, *Maranta arundinacea*, productivity

## Introdução

A demanda por amido como insumo para o setor das indústrias alimentícias, têxtil, química e farmacêutica tem se intensificado a cada ano, sendo que o setor alimentar é o maior consumidor, em razão do emprego de amido em alimentos preparados (Ferrari et al., 2005). As principais fontes de amido comercial são o milho, trigo, batata e a mandioca. Além das fontes citadas, o amido da araruta também tem características e qualidades inigualáveis, conferindo leveza e alta digestibilidade aos confeitos (bolos e biscoitos), além da ausência de glúten (Cereda, 2002; Neves et al., 2005).

A araruta (*Maranta arundinacea* L.) é uma planta herbácea, com rizomas ricos em amido de excelente qualidade, o teor de amido no rizoma fresco, conforme a idade da planta, varia entre 18 a 23% (Ferrari et al., 2005). São plantas rústicas, com sistema radicular abundante e altamente micorrizadas (Leonel & Cereda, 2002; Ferrari et al., 2005). Os índios que habitavam do Amazonas até o caribe, cultivavam a araruta e extraíam o amido que usavam para engrossar sopas que eram usadas para tratar diarreias, especialmente de crianças, para fortalecer parturientes e como purificador do sangue (Cereda, 2002; Neves et al., 2005).

A araruta já foi muito cultivada pelos agricultores familiares no Brasil, mas perdeu espaço nos últimos 50 anos, chegando quase à extinção. Isso ocorreu devido à concorrência de outras féculas, associado à escassez de oferta e as dificuldades para obtenção do polvilho da araruta, fatores esse que fizeram com que a indústria alimentícia fosse substituindo a araruta pelo amido de outras féculas produzido a nível industrial como a mandioca, milho, trigo e aveia; com isso a araruta praticamente desapareceu do mercado (Cereda, 2002; Neves et al., 2005). Atualmente, as indústrias alimentícias voltaram a ter grande interesse pelo amido da araruta, devido o preço no mercado internacional ser mais elevado do que os similares despertando, novamente, o interesse pelo cultivo no Brasil, principalmente por pequenos produtores (Cereda, 2002).

A pequena propriedade rural é caracterizada pela limitação de área física e de recursos financeiro, todavia possui produção diversificada, preocupação com a preservação dos recursos naturais e com a qualidade de vida (Montezano & Peil, 2006). Atualmente, a conscientização ambiental desperta o interesse por práticas agrícolas sustentáveis. Dentre essas, o consórcio com plantas utilizadas para adubação verde contribui para a conservação do solo podendo ser também uma alternativa de fornecimento de nutriente ao solo, reduzindo o uso da adubação mineral. Essa forma de cultivo faz com que o agricultor se torna menos dependente do mercado externo, uma vez que o Brasil é o 4º consumidor mundial de fertilizantes, atrás apenas da China, da Índia e dos Estados Unidos, e grande importador em razão das reservas dos principais elementos essenciais (N, P e K) encontram-se no exterior. No ano de 2014, o Brasil importou 23,4 milhões de toneladas, os quais totalizaram US\$7,7 bilhões em 2014 (Abiquim, 2015).

O emprego da adubação verde é bastante vantajoso, pelo fato de formarem associação simbiótica com bactérias fixadoras e nitrogênio atmosférico proporcionando, desta forma, a incorporação de quantidades expressivas deste

nutriente nos sistemas de cultivo (Corrêa et al., 2014). Entre as espécies de adubo verde está a *Crotalaria juncea* L., que é uma leguminosa anual de caule ereto, apresenta boa produção de biomassa, capaz de fixar N<sub>2</sub> atmosférico e de reciclar vários nutrientes do perfil do solo (Vargas et al., 2011). De acordo com Moura et al. (2005) a *Crotalaria juncea* é uma das leguminosas que apresentaram maior taxa de decomposição em que, nos primeiros 60 dias, 40 a 60% da biomassa residual já havia sido decomposta; em relação a liberação de N, 32% do total presente no material vegetal foi liberado nos primeiros 15 dias.

Consórcios de *Crotalaria juncea* com pimentão (Cesar et al., 2007), com repolho e rabanete (Oliveira et al., 2005) e taro (Oliveira et al., 2004; Puiatti et al., 2015) tem apresentado resultados positivos, todavia com a resposta dependente da época de poda da Crotalária.

É de fundamental importância o resgate da araruta para a agricultura brasileira, especialmente na agricultura familiar, devido à rusticidade das plantas, valor de mercado elevado, além de não exigente em tecnologias sofisticadas, portanto apropriada a exploração familiar. Além disso, a consorciação da araruta com plantas de adubação verde fixadoras de N<sub>2</sub>, como é o caso da crotalária, seria uma opção para melhorar/manter a fertilidade do solo.

Face ao exposto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de rizomas e o teor de amido da araruta ‘Viçosa’ cultivada em consórcio com a *Crotalaria juncea*, considerando três épocas de corte da leguminosa.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido a campo, na Horta da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, no período de outubro de 2012 a setembro de 2013. O município de Viçosa está a 650 m de altitude, 20°45'47" S e 42°49'13" W. De acordo com a classificação de Köppen, apresenta clima tipo “Cwa” (clima subtropical úmido), com médias anuais de 1.341 mm de precipitação e temperaturas máxima e mínima de 21,6 °C e de 14 °C, respectivamente.

Análise do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm apresentou as seguintes características: pH<sub>(água)</sub> = 6,4; P = 180 e K = 102 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 5,0; Mg<sup>2+</sup> = 0,7; Al<sup>3+</sup> = 0,0; (H+Al) = 2,48; SB = 5,10; CTC<sub>(0)</sub> = 9,05 e CTC<sub>(1)</sub> = 8,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 73 %; P-rem = 29,9 mg L<sup>-1</sup>; MO = 27 g kg<sup>-1</sup>; B = 0,7; Fe = 188; Mn = 104,4; Zn = 12 e Cu = 3,5 mg dm<sup>-3</sup>.

Os tratamentos, em número de quatro, consistiram de: 1 - araruta solteira (Controle); 2 - consórcio araruta e crotalária com corte da crotalária aos 90 dias após semeadura da crotalária (DAS); 3 - consórcio araruta e crotalária com corte da crotalária aos 120 DAS e 4 - consórcio araruta e crotalária com corte da crotalária aos 150 DAS. Em cada tratamento de corte, as plantas de crotalária foram cortadas rente ao solo com auxílio de enxada. Utilizou-se a araruta ‘Viçosa’ e a *Crotalaria juncea*, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas de 0,80 m, com as plantas de araruta espaçadas de 0,40 m dentro da linha. O plantio da araruta foi realizado em sulcos abertos à profundidade de 0,12 m, onde foram colocadas as mudas (rizomas), com

aproximadamente 10 g de massa de matéria fresca e 16 cm de comprimento, e cobertas com solo. No cultivo consorciado, lateralmente às fileiras das plantas de araruta, 30 dias após o plantio da araruta, foram semeadas cerca de 50 sementes por m linear de crotalária. A semeadura da crotalária foi realizada em sulcos com profundidade de 2 cm e cobertas por uma fina camada de solo.

Em razão dos níveis de fertilidade do solo não foram realizadas calagem nem adubação do solo. Foi realizada uma amontoa nas plantas de araruta aos 90 dias após o plantio (DAP) da araruta. O controle das plantas invasoras foi realizado com auxílio de enxada aos 30 e 60 DAP da araruta.

Em cada época de corte da crotalária (90, 120 e 150 DAS), avaliaram-se as massas de matéria fresca, seca e as quantidades de macro e micronutrientes veiculados pela parte aérea cortada da crotalária. Nas mesmas épocas avaliaram-se, comprimento das plantas de araruta e a incidência de plantas invasoras na área.

Após o corte das plantas de crotalária, essas foram pesadas (massa de matéria fresca) e depositadas lateralmente às fileiras de araruta, sob a forma de cobertura morta. Uma amostra de cerca de 0,5 kg do material fresco da crotalária foi retirada, picada e colocada para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante (massa de matéria seca). Após a secagem o material foi moído em moinho tipo Willey e submetido à análise da composição mineral.

O comprimento das plantas de araruta foi obtido com uso de uma régua, sendo as medições realizadas do nível do solo até a inserção da bainha da última folha. A infestação por plantas invasoras foi realizada pelo método do quadrado (0,25 m<sup>2</sup>) lançado por três vezes em pontos distintos entre as fileiras da araruta. Todas as plantas invasoras presentes na área ocupada pelo quadrado foram coletadas, lavadas as raízes, pesadas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante para obtenção da massa de matéria seca. A avaliação do comprimento das plantas de araruta e da incidência de plantas invasoras foi realizada também aos 30 dias após a realização do último corte da crotalária.

A colheita da araruta foi realizada aos 319 DAP, quando 50% das plantas apresentavam-se em estado de senescência da parte aérea. Foram colhidas oito plantas das fileiras úteis de cada unidade experimental. Após a retirada da parte aérea, os rizomas foram classificados de acordo com Heredia Zárate et al. (2005) em três classes: grande (> 20 cm), médio (12 a 20 cm) e pequeno (< 12 cm). Os rizomas de cada classe foram contados, pesados e medidos em relação ao seu comprimento e diâmetro.

Uma amostra contendo cerca de 0,5 kg de rizomas, pertencentes às três classes, foram lavados, picados e colocados para secar em estufa com circulação de ar a 70 °C até peso constante. Após a secagem o material foi moído em moinho tipo Willey e submetido às análises de macro e micronutrientes. Em outra amostra, os rizomas foram lavados, cortados em fatias e desintegrados em liquidificador industrial (0,5 kg de rizomas em 0,5 L de água) por 5 min. O material foi passado por peneiras de 60 e 200 mesh para separação e purificação, respectivamente, do leite de amido. Em seguida o material foi deixado para decantar por cinco dias, passando

pelo processo de lavagem diariamente. Após esse período, sofreu secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 72 h (Leonel & Cereda, 2002). Após a secagem, procedeu-se a pesagem e estimativa da produtividade de amido.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas entre si utilizando-se o teste de Tukey, e comparadas ao controle pelo teste de Dunnett, todos ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A produção de massa de matéria fresca e seca da crotalária variou de 29,73 a 32,16 e de 6,23 a 11,28 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No corte aos 150 DAS foi observado o maior valor de matéria seca, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 1). Na média, os valores de matéria seca foram semelhantes aos obtidos por Pereira et al. (2011) que encontraram 8,08 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de crotalária consorciada com milho e Puiatti et. al. (2015), com média de cerca de 10 t ha<sup>-1</sup> em consórcio com taro.

Exceto para o K que não diferiu, os tratamentos diferiram quanto aos demais macro e micronutrientes contidos na massa de matéria seca aportados pela crotalária (Tabela 1). De modo geral, maiores valores de macro e micronutrientes foram observados na crotalária cortada aos 120 DAS, sendo que para P, Mg, Zn, Fe e B esses não diferiram dos valores observados no corte realizado aos 150 DAS, época em que apenas o Mn apresentou maior valor que o corte aos 120 DAS. A explicação para esses resultados é a de que aos 150 DAS a maioria das folhas da crotalária já havia secado e caído ao solo, como mostrado pela massa de matéria seca. Esse comportamento também foi observado por Puiatti et. al. (2015) em cortes realizados a partir dos 165 DAS.

Em café orgânico cultivado em consórcio com a *C. juncea*, Ricci et al. (2005) verificaram, por ocasião do corte aos 175 DAS da leguminosa, aporte de 444; 21; 241; 191 e 44 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, presentes em 16 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca. Em consórcio taro com *C. juncea*, Puiatti et. al. (2015) encontram maiores valores no corte realizado aos 165 DAS, com aporte pela crotalária cortada de 308; 33; 262; 86 e 36 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, presentes em 14,4 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca.

Esses resultados são superiores aos observados no presente trabalho possivelmente em razão do espaçamento utilizado por aqueles autores, que foi de 1,0 m entre fileiras, que promoveu menor competição entre as plantas resultando em maior produção de matéria seca. Todavia, Pereira et al. (2011), em cultivo da *C. juncea* consorciada com milho, observaram valores variando de 111,54 a 127,66; 9,69 a 16,16 e de 68,68 a 80,8 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente, portanto inferiores aos encontrados no presente trabalho. Fatores como condições edáficas e climáticas, época de cultivo e da associação podem ter contribuído para a discrepância de resultados observados entre os trabalhos de pesquisa.

Embora a biomassa da crotalária cortada aos 120 DAS tenha aportado maiores quantidades de nutrientes, não diferindo da biomassa cortada aos 150 DAS quanto ao P, K, Mg, Zn, Fe e B, sendo inferior somente para o Mn, isso não se

refletiu nas quantidades de matéria fresca e seca e de minerais aportados pelos rizomas da araruta, exceto para quantidade de N aos 120 DAS que foi superior ao controle (Tabela 1). Os consórcios com corte da crotalária realizados aos 120 e 150 DAS, sobretudo aos 150 DAS, prejudicaram a produção de rizomas de araruta, refletindo nas quantidades de macro e micronutrientes exportadas pelos rizomas (Tabela 1). Esses resultados remetem a duas hipóteses não exclusivas: uma de que a biomassa da crotalária cortada aos 120 e 150 DAS não mineralizou a tempo de os nutrientes serem disponibilizados para as plantas de araruta; a outra é a de que, em razão do período prolongado do consórcio nesses tratamentos, a araruta tenha apresentado desvantagem competitiva pelos fatores de crescimento (luz, nutrientes e água) com crotalária. Essas hipóteses são confirmadas pelos excelentes resultados observados na araruta quando o corte foi realizado aos 90 DAS em que, com exceção do S, a produção de biomassa fresca e seca de rizomas e as quantidades de minerais aportados pelos rizomas não diferiram do controle.

No caso do N, o valor exportado pelos rizomas colhidos aos 120 DAS apresentou-se superior ao controle, apesar de ter produzido menor quantidade de massa de matéria seca. Esse fato está relacionado com o teor do nutriente presente nos rizomas para esse tratamento que foi de 1,36% enquanto nos demais tratamentos os valores variaram de 0,71 a 0,92% (dados não mostrados). A maior quantidade de N disponibilizada pela massa cortada de crotalária nessa época (212,73 kg ha<sup>-1</sup>) pode ter contribuído para com esses resultados.

Nos consórcios de plantas um dos fatores que mais exercem efeito competitivo é a luz ou o nível de restrição de luz (sombreamento) que essas plantas são submetidas. No caso do taro, Gondim et al. (2007) verificaram que restrição de luz acima de 18% não foi favorável a produção de biomassa de rizomas comercializáveis e Puiatti et al. (2015) observaram efeito repressivo da crotalária sobre a produção de rizomas mãe e filho grande de taro no consórcio taro e crotalária com corte da crotalária realizado a partir dos 135 DAS. Coelho (2004) não recomenda o consórcio da araruta com plantas de crescimento rápido e com maior porte, como é o caso do milho, pois deprime a produção de rizomas. Neves et al. (2005) recomendam que o consórcio da araruta deve ser realizado com culturas que tenham ciclo de até quatro meses, como é o caso do feijão, e

de que o consórcio com leguminosas de adubação verde, como a crotalária, essa deve ser cortada após os quatro meses, o que proporciona excelente desenvolvimento das plantas de araruta podendo alcançar de 20 a 23 t ha<sup>-1</sup> de rizomas.

Na literatura, são escassos os dados referentes a exportação de nutrientes por parte dos rizomas de araruta. Em taro 'Japonês', uma olerícola também rizomatosa, mas da família araceae, a exportação de nutrientes por parte dos rizomas é de 192, 50, 443, 56, 24 e 391 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S (Puiatti et al., 1992). No presente trabalho, as quantidades de nutrientes exportadas pelos rizomas da araruta foram muitos inferiores ao taro (Tabela 1), indicando se tratar de uma espécie muito mais rústica e menos exigente que o taro, apesar da menor produtividade de rizomas.

Comparando-se as quantidades de nutrientes aportados pela biomassa de crotalária cortada com as quantidades de nutrientes exportadas pelos rizomas de araruta, verifica-se que o aporte de nutrientes pela crotalária foi maior que a quantidade de nutrientes exportada pelos rizomas de araruta. No tratamento de corte aos 120 DAS, verifica-se que apenas 26,7; 34,1; 64,7 e 3,2% do N, P, K e Ca, respectivamente, das quantidades aportadas pela crotalária foram exportados pelos rizomas. Portanto, parte dos nutrientes não aproveitadas pela cultura da araruta, juntamente com material vegetal da crotalária ainda em decomposição que irá se constituir na matéria orgânica do solo, poderá ser aproveitado por culturas subsequentes em um sistema de sucessão, conforme observado por Diniz (2011) quando estudou o efeito do adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho.

Exceto para produtividade de matéria fresca das classes de rizomas média e total, em que o tratamento de corte aos 90 DAS apresentou-se superior ao corte aos 150 DAS, não houve diferença entre tratamentos quanto produtividade das demais classes de rizomas, assim como as características número de rizomas por planta, comprimento e diâmetro de rizomas (Tabela 2). Portanto, rizomas classe média foram os que mais contribuíram para com os maiores valores de produção total de rizomas do corte aos 90 DAS. Resultados semelhantes aos encontrados com o corte realizado aos 90 DAS foram encontrados por Heredia Zárate et al. (2007) em sistema solteiro e consorciado da araruta comum com as culturas de alface e cenoura, com produção média de 20,6 t ha<sup>-1</sup> de rizomas.

**Tabela 1.** Quantidade de matérias fresca (MF), seca (MS), macro e micronutrientes fornecidas pela parte aérea das plantas de *Crotalaria juncea* por ocasião dos cortes e pelos rizomas da araruta na colheita em função das épocas de poda da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Poda DAS	Macronutrientes						Micronutrientes						
	MF (t ha <sup>-1</sup> )	MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Plantas de crotalária													
Contr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	29,73 a	6,23 b	120,66 b	18,09 b	127,28 a	46,79 b	6,23 b	5,61 b	137,27 b	2.620,65 b	255,82 b	37,43 b	142,26 b
120	30,20 a	8,11 b	212,73 a	30,85 a	129,91 a	79,00 a	16,23 a	11,36 a	227,35 a	2.712,01 a	300,43 b	64,95 a	274,44 a
150	32,16 a	11,38 a	146,87 b	25,04 ab	141,77 a	45,54 b	15,93 a	5,69 b	204,93 ab	3.996,28 a	444,03 a	45,54 b	231,12 a
CV(%)	15,39	17,41	16,33	16,66	15,45	16,69	18,53	16,69	16,79	16,66	17,22	16,46	17,16
Rizomas de araruta													
Contr.	17,82 ab	6,07 a	43,15 ab	20,66 a	104,53 a	4,86 a	7,90 a	6,68 a	109,39 a	3.020,51 a	79,00 a	24,31 a	44,36 a
90	19,47 a	6,24 a	55,55 a	23,72 a	97,38 a	4,36 a	7,49 a	3,74 bc*	93,63 a	2.727,97 ab	74,91 a	24,97 a	45,57 a
120	15,52 ab	4,17 b*	56,81 a*	10,86 b*	84,05 ab	2,50 b*	4,17 b*	4,59 b*	62,66 b*	2.038,62 bc*	37,59 b*	16,71 b*	26,31 b*
150	12,81 b*	4,20 b*	38,70 b	12,62 b*	67,32 b*	3,78 ab*	4,20 b*	2,94 c*	50,49 b*	1.514,70 c*	63,11 a	12,62 b*	22,29 b*
CV(%)	15,05	15,13	15,49	16,07	14,57	15,27	15,08	13,60	14,51	14,51	15,59	15,01	15,25

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey e, médias nas colunas, seguidas de asterisco (\*) para rizomas de araruta, diferem do controle pelo teste de Dunnett, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Número por planta, comprimento, diâmetro e produtividade de rizomas grande (RG), médio (RM), pequeno (RP), total por planta (RT) e de amido em rizomas de araruta 'Viçosa' em função da época de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Classe de rizoma	Tratamento de corte				CV (%)
	Controle	90	120	150	
Número de rizomas (Unidade/planta)					
RG	0,50 a	0,65 a	0,31 a	0,34 a	76,01
RM	4,65 a	5,87 a	4,78 a	3,75 a	121,66
RP	16,22 a	13,06 a	17,90 a	14,78 a	112,52
RT	21,37 a	19,59 a	23,00 a	18,87 a	17,43
Comprimento de rizomas (cm)					
RG	22,18 a	25,80 a	23,71 a	23,35 a	8,19
RM	15,55 a	16,49 a	15,19 a	16,17 a	4,52
RP	7,51 a	8,46 a	7,40 a	7,79 a	19,74
Diâmetro de rizomas (cm)					
RG	3,22 a	2,63 a	2,67 a	2,94 a	13,64
RM	2,63 a	2,75 a	2,57 a	2,67 a	6,38
RP	1,98 a	1,81 a	1,83 a	1,85 a	7,22
Produtividade de rizomas (t ha <sup>-1</sup> )					
RG	1,62 a	1,93 a	0,77 a	1,01 a	86,54
RM	8,99 ab	11,08 a	7,47 ab	6,42 b	22,39
RP	7,21 a	6,46 a	7,28 a	5,38 a	22,49
RT	17,82 ab	19,47 a	15,52 ab	12,81 b	15,05
Produtividade de amido (t ha <sup>-1</sup> )					
RT	3,15 a	3,46 a	2,62 ab	2,07 b*	14,99

Médias, nas linhas, seguidas da mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey; e médias seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

O potencial de benefício do uso da adubação verde em hortaliças é dependente da sincronização entre o ciclo do adubo verde e da hortaliça. Em pimentões, cultivar Magali R e Magda Super, resultados positivos foram com o corte da crotalária realizado aos 27 e 45 dias após o transplante do pimentão (Cesar et al., 2007).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, Moura et al. (2005) verificaram que a *C. juncea* apresentou taxa de decomposição nos primeiros 60 dias de 40 a 60% da biomassa residual; em relação ao N, 32% do total do N presente no material vegetal foi liberado nos primeiros 15 dias. No presente trabalho, a maior produtividade de rizomas classe média, bem como de rizomas total, no tratamento de corte aos 90 DAS, comparado às demais épocas de corte, pode ter sido em decorrência da liberação de nutrientes por parte da leguminosa ter beneficiado o desenvolvimento das plantas de araruta.

A liberação de nutrientes pelas leguminosas depende de diversos fatores que interferem na sua decomposição. Temperatura, aerobiose, umidade e o pH do solo, assim como os teores de nutrientes e a relação C/N dos resíduos culturais, estão entre os principais fatores que determinam sua taxa de decomposição. No presente trabalho o corte realizado aos 150 DAS ocorreu no outono, período esse em que, para as condições de Viçosa-MG, ocorre queda da temperatura e da umidade do solo, dificultando a decomposição do material vegetal, além das plantas já estarem lignificadas. Portanto, a falta de sincronia entre a disponibilização dos nutrientes e a demanda nutricional da cultura pode ter sido responsável pela menor produtividade de rizomas classe média e total observada pelo corte aos 150 DAS (Tabela 2), apesar dos maiores valores de matéria seca aportados pela crotalária nesse corte (Tabela 1).

O teor de amido em rizomas de araruta pode variar com o ciclo cultural de 18,8 a 23,8% em rizomas colhidos de plantas com 12 e 14 meses de ciclo, respectivamente (Ferrari et al.,

2005). No presente trabalho o teor de amido variou de 16,2 a 17,8% e as quantidades de amido produzidas variaram de 2,07 (corte aos 150 DAS) a 3,46 t ha<sup>-1</sup> (corte aos 90 DAS), mesmo comportamento observado para biomassa fresca de rizomas da classe média, com menor valor obtido com o corte realizado aos 150 DAS (Tabela 2). Leonel & Cereda (2002) encontraram teor de amido de 24,23% em base úmida, com rendimento de 15 e de 3,6 t ha<sup>-1</sup> de rizomas e de amido, respectivamente. Portanto, os resultados aqui obtidos para produção de amido, sobretudo com o corte da crotalária aos 90 DAS, podem ser considerados satisfatórios.

Por ocasião da colheita da araruta, Heredia Zárate et al. (2007) verificaram comprimento de plantas variando de 99,14 cm no cultivo solteiro, a 99,84 cm no cultivo consorciado com a alface (menor porte que a araruta). No presente trabalho, o comprimento das plantas de araruta variou de 63,31 a 93,12 cm. Na avaliação realizada aos 90 DAS, as plantas de araruta dos tratamentos consorciados apresentaram comprimento superior ao controle (Tabela 3), o que pode estar relacionado com o sombreamento provocado pela crotalária.

Na avaliação realizada aos 120 DAS, os tratamentos em que a araruta ainda se encontrava sob condição de sombreamento (120 e 150 DAS), apresentaram maior comprimento comparado ao controle. Na avaliação aos 150 DAS o tratamento em que as plantas de araruta encontravam-se sob sombreamento (150 DAS) apresentou maior comprimento de planta comparado àquelas em que a crotalária havia sido cortada aos 90 DAS. Na avaliação realizada aos 180 DAS (já havia sido realizado o corte em todos os tratamentos consorciados), não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3).

Em taro, Gondim et al. (2007), observaram maiores valores de altura em ambiente com maior intensidade de sombra, demonstrando que a condição de restrição de luz estimula o alongamento do pecíolo em razão da busca pela captação da luz solar. Esse comportamento também foi observado por Oliveira et al. (2004) em taro em consórcio com *C. juncea*.

As menores produtividades de rizomas classe média, total e de amido nos tratamentos em que as plantas de araruta permaneceram sombreadas por maior período, evidencia que o sombreamento afetou o desenvolvimento das plantas

**Tabela 3.** Comprimento de planta de araruta 'Viçosa' e de massa de matéria seca das plantas invasoras registrados aos 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura da crotalária em função da época de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	90	120	150	180
Comprimento de plantas de araruta (cm)				
Controle	66,37 b	63,31 b	73,62 ab	73,43 a
90 DAS	91,25 a*	72,25 ab	64,12 b	64,50 a
120 DAS	93,12 a*	84,56 a*	76,81 ab	75,50 a
150 DAS	86,56 a*	78,12 ab*	83,18 a	73,68 a
CV (%)	10,41	10,41	10,41	10,41
Massa de matéria seca das plantas invasoras (t ha <sup>-1</sup> )				
Controle	0,97 a	2,82 a	1,05 a	0,99 ab
90 DAS	0,56 ab	0,36 b*	0,59 ab	1,50 a
120 DAS	0,34 b*	0,21 b*	0,12 b*	0,51 bc
150 DAS	0,37 b*	0,22 b*	0,15 b*	0,21 c*
CV(%)	42,61	42,61	42,61	42,61

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey e seguidas de asterisco (\*) diferem do controle pelo teste de Dunnett, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

de araruta fazendo com que essas investissem mais em parte aérea (maior comprimento) do que nos rizomas (Tabela 2). Em taro a restrição de luz promove o investimento das plantas no crescimento da parte aérea e na expansão da área foliar em detrimento da produção de rizomas (Gondim et al., 2007; Oliveira et al., 2011).

Uma das vantagens da consorciação com plantas de adubação verde é a supressão da vegetação espontânea. Nesse trabalho, os cortes exerceram esse efeito que durou, em todos os tratamentos, por cerca de 30 dias após a sua realização (Tabela 3). Sob condições de alta temperatura e umidade, após o corte, a massa de crotalária foi se decompondo e permitindo que a luz chegasse até às sementes das plantas invasoras, sendo que os nutrientes liberados ao solo também foram aproveitados pelas plantas invasoras, explicando a reinfestação após esse período, ou seja, a combinação dos dois fatores luz e nutriente disponível favoreceu a reinfestação. Oliveira et al. (2004) verificaram que no consórcio a *C. juncea* predomina na competição por luz, água e nutrientes, exercendo a supressão sobre as plantas invasoras, otimizando os custos com capina. Em araruta não existe informação de quanto a mão de obra com capinas onera o custo de produção. Em taro, cultura com ciclo semelhante, a mão de obra utilizada com capinas representa aproximadamente 25% da mão de obra total do custo de produção (Heredia Zárate et al., 2012).

## Conclusões

A consorciação da crotalária com a araruta é viável, sendo que seu corte deve ser realizado, preferencialmente, até aos 90 dias após a semeadura, para maior produtividade de rizomas e de amido. O corte efetuado aos 90 DAS também proporcionou controle satisfatório da infestação por plantas daninhas.

O corte da crotalária efetuado após os 120 dias da semeadura, embora proporcione produção de quantidades elevadas de biomassa e de nutrientes, não é recomendado por afetar a produção de rizomas e de amido em araruta.

## Agradecimentos

A FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio para realização do trabalho.

## Literatura Citada

- Associação Brasileira de Produtos Químicos – Abiquim. Fertilizante foi o principal produto químico importado em 2014. <<http://globalfert.com.br/noticia.php?n=fertilizante-foi-o-principal-produto-quimico-importado-em-2014>>. 19 Ago. 2015.
- Cereda, M. P. (Coord.) Agricultura: tuberosas, amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 540p. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2).
- Cesar, M. N. Z.; Ribeiro, R. L. D.; Manera, T. C.; Paula, P. D.; Polidoro, J. C.; Guerra, J. G. M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. Horticultura Brasileira, v.25, n.3, p.322-326, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n3/a02v25n3.pdf>> 01 Set. 2015.
- Coelho, I. S. Efeito da consorciação e da adubação orgânica sobre a cultura da araruta (*Maranta arundinaceae* L.). Seropédica, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 48p. Dissertação Mestrado.
- Corrêa, A. L.; Abboud, A. C. S.; Guerra, J. G. M.; Aguiar, L. A.; Ribeiro, R. L. D. Adubação verde com crotalária consorciada ao mini milho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. Revista Ceres, v.61, n.6, p.956-963, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461060010>>.
- Diniz, E. R. Efeitos de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 92p. Tese Doutorado.
- Ferrari, T. B.; Leonel, M.; Sarmiento, S. B. S. Características dos rizomas e do amido de araruta (*Maranta arundinacea*) em diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Brazilian Journal of Food Technology, v.8, n.2, p.93-98, 2005. <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/p05191.pdf>>. 02 Set. 2015.
- Gondim, A. R. O.; Puiatti, M.; Cecon, P. R.; Finger, F. L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. Horticultura Brasileira, v.25, n.3 p.418-428, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000300019>>.
- Heredia Zárate, N. A.; Vieira, M. C. Produção da araruta 'Comum' proveniente de três tipos de propágulos. Ciências e Agrotecnologia, v.29, n.5, p.995-1000, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000500012>>.
- Heredia Zárate, N. A.; Vieira, M. C.; Renan, A.; Klant, S.; Fernando, M.; Moreno, B.; Souza, M. Produção da araruta "comum" solteira e consorciada com alfaca e cenoura. Acta Científica Venezuelana, v.58, n.1 p.1-5, 2007. <<http://files.bvs.br/upload/S/0001-5504/2007/v58n1/a01.pdf>>. 02 Set. 2015.
- Heredia Zárate, N. A.; Vieira, M. C.; Tabaldi, L. A.; Gassi, R. P.; Kusano, A. M.; Maeda, A. K. M. Produção agroecológica de taro em função do número de amontoas. Semina: Ciências Agrárias, v.33, n.5, p.1673-1680, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1673>>.
- Leonel, M.; Cereda, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.22, n.1 p.65-69, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000100012>>.
- Montezano, E. M.; Peil, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. Revista Brasileira de Agrociência, v.12, n.2, p.129-132, 2006. <<http://dx.doi.org/10.18539/cast.v12i2.4502>>.
- Moura, W. M.; Lima, P. C.; Souza, H. N.; Cardoso, I. M.; Mendonça, E. S.; Pertel, J. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na zona da mata mineira. Informe Agropecuário, v.26, p.46-75, 2005.
- Neves, M. C. P.; Coelho, I. S.; Almeida, D. L. Araruta: Resgate de um cultivo tradicional. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 79). <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/33053/1/cot079.pdf>>. 02 Set. 2015.

- Oliveira, F. L.; Araujo, A. P.; Guerra, J. G. M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. *Horticultura Brasileira*, v.29, n.3 p.291-298, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000300006>>.
- Oliveira, F. L.; Ribas, R. G. T.; Junqueira, R. M.; Padovan, M. P.; Guerra, J. G. M.; Almeida, D. L.; Ribeiro, R. L. D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.2, p.184-188, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000200004>>.
- Oliveira, F. L.; Ribeiro, R. L. D.; Silva, V. V.; Guerra, J. G. M.; Almeida, D. L. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.3, p.638-641, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000300028>>.
- Pereira, L. C.; Fontanetti, A.; Batista, J. N.; Galvão, J. C. C.; Goulart, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudos preliminares. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.6, n.3, p.191-200, 2011. <[http://orgprints.org/22999/1/Pereira\\_Comportamento.pdf](http://orgprints.org/22999/1/Pereira_Comportamento.pdf)>. 02 Set. 2015.
- Puiatti, M.; Greeman, S.; Katsumoto, R.; Favero, C. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame 'Chinês' e 'Japonês'. *Horticultura Brasileira*, v.10, p.89-92, 1992.
- Puiatti, M.; Oliveira, N. L. C de; Cecon, P. R.; Bhering, A. S. Consorciação taro e crotalária manejada com corte rente ao solo e poda na altura do dossel. *Revista Ceres*, v.62, n.3, p.275-283, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030007>>.
- Ricci, M. S. F.; Alves, B. J. R.; Miranda, S. C.; Oliveira, F. F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. *Scientia Agricola*, v.62, n.2, p.138-144, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162005000200008>>.
- Vargas, T. O.; Diniz, E. R.; Santos, R. H. S.; Lima, C. T. A.; Urquiaga, S.; Cecon, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. *Horticultura Brasileira*, v.29, n.4, p.562-568, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000400020>>.