

JOÃO NACIR COLOMBO

**DESEMPENHO DO CONSÓRCIO TARO E CROTALÁRIA E EFEITOS  
RESIDUAIS EM CULTIVOS SUCESSIVOS DE BRÓCOLIS, MILHO VERDE E  
ERVILHA DE VAGEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

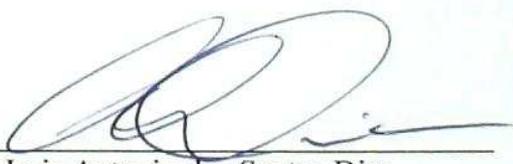
VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

JOÃO NACIR COLOMBO

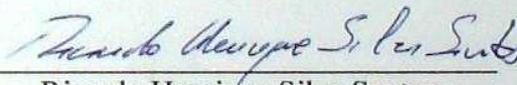
**DESEMPENHO DO CONSÓRCIO TARO E CROTALÁRIA E EFEITOS  
RESIDUAIS EM CULTIVOS SUCESSIVOS DE BRÓCOLIS, MILHO VERDE E  
ERVILHA DE VAGEM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

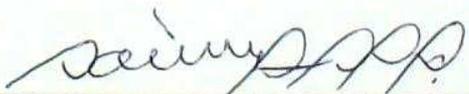
APROVADA: 06 de novembro de 2013.



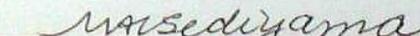
Luiz Antonio dos Santos Dias  
(Coorientador)



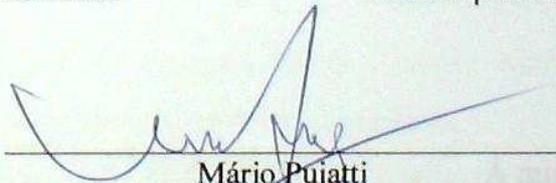
Ricardo Henrique Silva Santos  
(Coorientador)



Jacimar Luis de Souza



Maria Aparecida Nogueira Sedyama



Mário Puiatti  
(Orientador)

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Colombo, João Nacir, 1968-

C718d  
2013

Desempenho do consórcio taro e crotalária e efeitos residuais em cultivos sucessivos de brócolis, milho verde e ervilha de vagem / João Nacir Colombo. – Viçosa, MG, 2013. xi, 170f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Mário Puiatti.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Rotação de cultivos agrícolas. 2. Taro. 3. Crotalaria. 4. Brócolo. 5. Milho. 6. Ervilha. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 631.582

À minha namorada Vivian Barcellos

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sempre amparado minha caminhada.

A meus pais que mesmo não pertencendo mais a esse mundo material estão presentes em todos os momentos de minha vida, incentivando na realização de meus sonhos.

Aos meus irmãos pelo incentivo e preocupação.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

Ao CNPQ e FAPEMIG pelo apoio financeiro aos experimentos desenvolvidos.

Ao orientador Prof. Mário Puiatti, pelos ensinamentos técnico-científicos, amizade, apoio, e também pelo exemplo de dedicação às atividades de ensino e pesquisa na UFV.

Ao conselheiro Prof. Ricardo Henrique Silva Santos, pelos valiosos ensinamentos e sugestões, e pelo incentivo e confiança em mim depositados.

Ao conselheiro Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias, pela amizade, pelos ensinamentos na área de estatística e pelo exemplo de dedicação e eficiência.

Às secretárias da Pós Graduação em Fitotecnia Tatiani e Rafaela, pela atenção e apoio.

Aos meus amigos Willerson, Geovani, Aginaldo e Henrique e minhas amigas Janieli e Aline pelo apoio nas atividades desenvolvidas durante a condução dos experimentos, troca de experiências e os momentos alegres e divertidos que vocês me proporcionaram.

A todos os funcionários da Horta Nova, pela amizade e eficiência na execução das atividades de campo.

Ao meu amigo Jaime, pela companhia nos grupos de estudo das disciplinas que cursamos juntos, a troca de experiências na elaboração dos artigos científicos, mas principalmente por sempre ter uma palavra de apoio nos momentos de maior dificuldade.

Aos colegas do Campus Santa Teresa, Antônio Resende, Mara, Márcio, Andressa, Élcio pela companhia nesta caminhada.

Ao meu amigo Hediberto Nei Matiello por ter me apresentado a UFV e, principalmente, ao meu orientador.

## BIOGRAFIA

JOÃO NACIR COLOMBO, filho de Benevenuto Colombo e Maria Conceta Feller Colombo, nasceu em Santa Teresa - ES, no dia 24 de junho de 1968.

Em 1986, formou-se em Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa – ES, atual IFES – Campus Santa Teresa.

Em 1990 graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica, RJ.

No ano de 1991, concluiu o curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Sociedade e Agricultura no Brasil na UFRRJ.

Em 1992 foi nomeado Professor da Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa-ES, atual IFES – Campus Santa Teresa, cargo que exerce até hoje.

No ano de 1993, concluiu o curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Tecnologia de Sementes na Universidade Federal de Pelotas – RS.

Em outubro de 2006, recebeu o título de Mestre em Educação Agrícola pela UFRRJ.

Em março de 2010, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.0 Cultura do taro .....	1
2.0 Consorciação de culturas .....	1
3.0 Adubação verde em hortaliças .....	2
4.0 Efeito residual da adubação verde .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
<b>CAPÍTULO I</b> .....	11
<b>Viabilidade do consórcio taro e crotalária em função de épocas de corte da crotalária durante o ciclo</b> .....	11
1. RESUMO .....	11
2. ABSTRACT .....	12
3. INTRODUÇÃO .....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1 Crescimento de plantas .....	20
5.2 Quantidades de nutrientes contidos na biomassa em cortes da crotalária e impactos na fertilidade do solo .....	23
5.3 Temperatura foliar e área foliar específica .....	27
5.4 Índice SPAD .....	29
5.5 Queimadura de folhas .....	32
5.6 Produção do taro .....	34
5.7 Exportação de nutrientes pelos rizomas de taro .....	38
5.8 Efeito residual do consórcio taro e crotalária .....	41
5.9 Indicadores agroeconômicos .....	43
5.10 Avaliação de plantas invasoras .....	45
6. CONCLUSÕES .....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

<b>CAPÍTULO II</b> .....	59
<b>Efeito residual do consórcio taro e crotalária sobre o desempenho da cultura do brócolis</b> .....	59
1. RESUMO .....	59
2. ABSTRACT .....	60
3. INTRODUÇÃO .....	61
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
5.1 Características produtivas do brócolis.....	68
5.2 Indicadores econômicos .....	72
5.3 Exportação de nutrientes pela cultura do brócolis.....	74
5.4 Quantidade de nutrientes deixados na biomassa residual da cultura do brócolis.....	77
5.5 Composição química do solo após o cultivo do brócolis .....	79
5.6 Índices fisiológicos em brócolis.....	82
6. CONCLUSÕES.....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
<b>CAPÍTULO III</b> .....	93
<b>Efeito residual do consórcio taro e crotalária sucedido por cultivo do brócolis, sobre o desempenho da cultura do milho verde</b> .....	93
1. RESUMO .....	93
2. ABSTRACT .....	94
3. INTRODUÇÃO .....	95
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	97
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	102
5.1 Características produtivas do milho verde .....	102
5.2 Indicadores econômicos .....	106
5.3 Exportação de nutrientes por parte das espigas.....	107
5.4 Biomassa residual das plantas de milho .....	110
5.5 Análise química de rotina do solo após cultivo com milho .....	112
6. CONCLUSÕES.....	114

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	119
<b>Efeito residual do consórcio taro e crotalaria sucedido por cultivos de brócolis e milho verde sobre o desempenho da cultura da ervilha de vagem</b> .....	119
1. RESUMO .....	119
2. ABSTRACT .....	120
3. INTRODUÇÃO .....	122
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	124
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	129
5.1 Características produtivas da ervilha.....	129
5.2 Características qualitativas da ervilha .....	133
5.3 Estado de N das plantas .....	134
5.4 Índices econômicos .....	136
5.5 Massa de matéria seca e de nutrientes nos restos culturais da ervilha .....	138
5.6 Exportação de nutrientes pelas vagens de ervilha .....	140
5.7 Composição química do solo após o cultivo com ervilha .....	142
6. CONCLUSÕES.....	144
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	145
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	149
<b>APÊNDICE</b> .....	152
APÊNDICE A – CAPÍTULO I .....	152
APÊNDICE B – CAPÍTULO II .....	158
APÊNDICE C – CAPÍTULO III.....	163
APÊNDICE D – CAPÍTULO IV .....	167

## RESUMO

COLOMBO, João Nacir, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2013. **Desempenho do consórcio taro e crotalária e efeitos residuais em cultivos sucessivos de brócolis, milho verde e ervilha de vagem.** Orientador: Mário Puiatti. Coorientadores: Ricardo Henrique Silva Santos e Luiz Antônio dos Santos Dias.

Por ser uma hortaliça de ciclo longo, o taro pode ser cultivado na forma de consórcio com outras culturas. O consórcio com espécies de adubos verdes, como a crotalária, permite manter a fertilidade do solo via incorporação de N<sub>2</sub> atmosférico e pela massa produzida pela crotalária que será incorporada ao solo. Objetivou-se avaliar o desempenho do taro (*Colocasia esculenta*) cultivado em consórcio com crotalária (*Crotalaria juncea*), cortada em 10 épocas após a semeadura, e o efeito residual da biomassa sobre os cultivos sucessivos do brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), milho verde (*Zea mays*) e ervilha de vagem (*Pisum sativum*). Foram realizados quatro experimentos no período de setembro/2010 a setembro/2012 na Horta da Universidade Federal de Viçosa. Todos os experimentos foram constituídos de 11 tratamentos, correspondendo às 10 épocas de corte da crotalária (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 dias após a semeadura - DAS) mais o controle (monocultura do taro). Em todos os experimentos foram avaliados: produtividade, comportamento fisiológico, indicadores econômicos (renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade), exportação e a restituição dos nutrientes por parte das culturas envolvidas e as características químicas do solo. No consórcio foi avaliado também o aporte de nutrientes ao solo pela *C. juncea* e o índice de uso eficiente da terra (UET). Cortes da crotalária realizados a partir dos 145 DAS (178 DAP do taro) afetaram a produtividade de rizomas filhos comerciais e total, produção total de rizomas e os indicadores agroeconômicos renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade com menores valores comparados ao controle. Maiores quantidades de nutrientes, principalmente N, K e B, na biomassa da crotalária cortada foram verificados no corte realizado a partir dos 100 DAS. A massa de matéria seca e a densidade de plantas invasoras foram menores no sistema consorciado. O efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária sobre o cultivo subsequente do brócolis foi evidenciado a partir do corte da crotalária realizado aos 145 DAS com maiores valores, comparado ao controle, de massa de matéria fresca das inflorescências, produtividade em massa de inflorescências, quantidade de nutrientes exportados pelas inflorescências, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. No tocante ao efeito residual da

biomassa sobre as características avaliadas na cultura do milho verde cultivado em sucessão ao brócolis, exceto para o corte aos 160 DAS, todos os demais tratamentos de corte da crotalária apresentaram maior massa de matéria fresca por espiga com palha, produtividade em massa de espigas comerciais, renda bruta e renda líquida e todos os tratamentos de corte, maior taxa de retorno e índice de lucratividade que o controle. Não houve efeito residual da biomassa do consórcio e dos cultivos sucessivos sobre a produtividade comercial de vagens de ervilha, nem sobre os indicadores econômicos. A biomassa da crotalária cultivada na forma de consórcio com o taro somada aos restos culturais das olerícolas brócolis, milho verde e ervilha de vagem cultivadas em sucessão, promoveu aumento dos teores de matéria orgânica, potássio, cálcio e de magnésio no solo.

## ABSTRACT

COLOMBO, João Nacir, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2013. **Performance of taro and sunhemp intercropping and residual effects on succession crop of broccoli, corn and forage pea.** Advisor: Mario Puiatti. Co-advisers: Ricardo Henrique Silva Santos and Luiz Antônio dos Santos Dias.

Because it is a long cycle vegetable, taro can be grown in intercropping with other cultures. Intercropping with green manure species, such as sunhemp allows maintaining soil fertility through the incorporation of atmospheric N<sub>2</sub> and by the mass produced by sunhemp that will be incorporated into the soil. The objective of this study was to evaluate the performance of taro (*Colocasia esculenta*) grown in intercropping system with sunhemp (*Crotalaria juncea*) cut in 10 seasons after sowing, and the residual effect of the biomass on successive crops of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*), corn (*Zea mays*) and forage pea (*Pisum sativum*). Four experiments were conducted from September/2010 to September/2012 in the university garden at the Federal University of Viçosa. All experiments consisted of 11 treatments, corresponding to 10 different seasons of sunhemp cutting (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 and 220 days after sowing - DAS) plus control treatment (monocultivation of taro). In all the experiments, the following were evaluated: yield, physiological behavior, economic indicators (gross income, net income, rate of return and profitability index), export and return of nutrients from the crops involved and the chemical characteristics of the soil. The supply of nutrients to the soil by *C. juncea* and the index of land use efficiency (LUE) were also evaluated in the intercropping. Cuts of sunhemp carried out from 145 DAS (178 DAP in taro) affected the productivity of commercial and total cormels, total production of rhizomes and net income, rate of return and profitability index with lower values compared to the control. Greater amounts of nutrients, especially N, K and B, in the biomass of the cut sunhemp were found from 100 DAS. The dry matter mass and density of invading plants were lower in the intercropping system. The residual effect of biomass in the taro and sunhemp intercropping on the succeeding crop of broccoli was evidenced from the cut of sunhemp performed on 145 DAS with higher values of fresh weight of the inflorescences, productivity in mass of inflorescences, amount of nutrients exported by inflorescences, net income, rate of return and profitability index than the control treatment. Regarding the residual effect of biomass on the characteristics evaluated in the culture of corn grown in succession to broccoli, except for the cut on

160 DAS, all other treatments had higher fresh matter mass per husked ear, mass productivity of commercial ears, gross income and net income and all cutting treatments, higher rate of return and profitability index than the control. There was no residual effect of the biomass of the intercropping and the successive crops on commercial yield of forage pea neither on the economic indicators. Biomass of sunhemp grown in intercropping with taro plus the crop residues of broccoli, corn and forage pea grown in succession promoted increased levels of organic matter, potassium, calcium and magnesium in the soil .

# INTRODUÇÃO GERAL

## 1.0 Cultura do taro

O taro (*Colocasia esculenta*), planta monocotiledônea rizomatosa, é a principal hortaliça da família Araceae, conhecida também por inhame no centro-sul do Brasil (Pedralli *et al.*, 2002). A espécie é originária da Ásia, tem como Centro de Diversidade áreas compreendendo territórios da Índia, Bangladesh e Myanmar, e disseminou para os demais países asiáticos, ilhas do Pacífico, continente Africano e regiões tropicais das Américas (Plucknett, 1983).

No mundo, o taro ocupa o quarto lugar em termos de volume produzido dentre as tuberosas tropicais exploradas, vindo após a mandioca (*Manihot esculenta*), batata-doce (*Ipomoea batatas*) e inhame (*Dioscorea* spp.). O volume de taro produzido no mundo em 2008 foi de 11.774 mil t, em área plantada de 1.646 mil ha, com produtividade média de 7.152 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010). No Brasil, os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro eram os maiores produtores em 2002, alcançando média de produtividade de 20 t ha<sup>-1</sup> (Mascarenhas & Resende, 2002; Carmo & Borel, 2002).

É uma espécie tropical que tem ótimo de crescimento na faixa de temperatura de 21 a 27°C, com o crescimento afetado por temperaturas abaixo de 18°C (Puiatti, 2002a; Puiatti & Pereira, 2007). Essa exigência faz com que a época de cultivo e o ciclo cultural seja variável com as condições climáticas de cada região. Em regiões quentes a cultura pode ser cultivada durante todo o ano e o ciclo cultural é de cerca de sete meses; na região sudeste do Brasil, o ciclo cultural é de cerca de nove meses (Juliatti *et al.*, 2002; Puiatti, 2002a). Por ser uma cultura de ciclo longo, o consórcio do taro com outras culturas se torna uma alternativa para a agricultura familiar onde a área física é uma das maiores limitações para o cultivo (Puiatti, 2002b).

## 2.0 Consorciação de culturas

A consorciação de culturas é um sistema utilizado há séculos pelos agricultores e é praticado amplamente nas regiões tropicais, principalmente entre pequenos produtores (Vandermeer, 1989). A consorciação tem sido uma das estratégias dos agricultores para alcançar alta produtividade por unidade de área e promover a sustentabilidade ao longo do tempo dos seus sistemas de produção (Bezerra Neto & Gomes, 2008). A principal

razão mencionada para a utilização desse sistema é a de que permite uma maior exploração dos recursos ambientais (Park *et al.*, 2002). Como consequência, há o aumento na produtividade total por unidade de área de terra e na sustentabilidade da atividade (Bezerra Neto & Gomes, 2008).

A eficiência e as vantagens de um sistema consorciado dependem de fatores que podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes do consórcio. Entre eles estão a competição entre as culturas por fatores de crescimento, cultivar e o arranjo espacial de plantio (Santos, 1998; Puiatti *et al.*, 2000).

São poucas as pesquisas envolvendo especificamente consórcio de taro com outras hortaliças dentre as quais temos: taro com alface (Heredia Zárate *et al.*, 2005b; 2007a); taro com chicória (Heredia Zárate *et al.*, 2007b); taro com cenoura e alface (Heredia Zárate *et al.*, 2006) e taro com milho doce (Puiatti *et al.*, 2000). Há trabalhos envolvendo uso de adubos verdes no cultivo do taro, mas com cultivo intercalar do guandu (Oliveira *et al.*, 2006) ou crotalária (Oliveira *et al.*, 2004; 2007) e tolerância das plantas ao sombreamento artificial (Gondim *et al.*, 2007).

### **3.0 Adubação verde em hortaliças**

Com o cultivo sucessivo de hortaliças pode ocorrer a redução da fertilidade do solo em razão da grande extração de nutrientes pela produção exportada. As culturas do taro ‘Japonês’ e ‘Chinês’ exportam pelos seus rizomas, em média, as seguintes quantidades de macronutrientes: 192, 50, 443, 56, 24 e 391 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (Puiatti *et al.*, 1992). Assim, a associação do taro com adubos verdes da família das leguminosas, permitiria manter a fertilidade do solo via incorporação de N<sub>2</sub> atmosférico ao solo pela associação simbiótica com micro-organismos do gênero *Rhizobium*, fixadores de N<sub>2</sub> atmosférico, além da remobilização de nutrientes de camadas mais profundas do solo e também pela massa produzida pelas leguminosas e que será incorporada ao solo (IAC, 2010).

Dentre as leguminosas, a *Crotalaria juncea* é uma das mais promissoras para consorciar com o taro em razão do seu porte ereto e da morfologia das plantas do taro, espaçamento utilizado, ciclo cultural, exigência climática e tolerância do taro ao sombreamento parcial (Gondim *et al.* 2007, Puiatti *et al.* 2000).

Trabalhos envolvendo associação da crotalária com o cultivo do taro tem sido realizados em cultivo intercalar em faixas. Oliveira *et al.* (2007), avaliaram o manejo da crotalária em cultivo intercalar com a cultura do taro procedendo o corte da crotalária rente ao solo, à metade de sua altura e não sendo cortada durante todo seu ciclo. Os autores observaram que o corte da leguminosa ao nível do solo ou à metade de sua altura, além do fornecimento de nutrientes, foi eficaz para controle da vegetação espontânea e para redução da incidência de queimaduras foliares na cultura causadas pela radiação solar, sem comprometer o rendimento. A crotalária cortada rente ao solo proporcionou acúmulo de 211 kg ha<sup>-1</sup> de N, além da mobilização de, em média 17 kg ha<sup>-1</sup> de P, 85 kg ha<sup>-1</sup> de K, 151 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 27 kg ha<sup>-1</sup> de Mg.

Mantendo a crotalária em permanente consórcio com o taro, Oliveira *et al.* (2004) verificaram que a população infestante de plantas invasoras foi mais efetivamente controlada, havendo redução da queima de folhas de taro pelos raios solares sem influenciar na produtividade do taro (8,96 t ha<sup>-1</sup> no sistema consorciado e 9,01 t ha<sup>-1</sup> no monocultivo).

Apesar de resultados positivos, o cultivo intercalar com leguminosas tem como dificuldade o manejo da cultura e, dependendo do arranjo, a perda de população de taro. Porém, trabalhos envolvendo associação da crotalária com o cultivo do taro em associação na própria linha de plantio, não tem sido realizados.

#### **4.0 Efeito residual da adubação verde**

Visando aumentar a eficiência da adubação verde em sistema de consórcio, Diniz *et al.* (2007) afirmam que um dos problemas a serem estudados é a liberação dos nutrientes em relação à principal época de demanda pela cultura principal. Na Zona da Mata de Minas Gerais, Moura *et al.* (2005) e Lima *et al.* (2009b) observaram que as leguminosas apresentam uma fase mais acentuada de decomposição nos primeiros 15 dias, seguida por um ritmo mais lento e constante até aos 240 dias. No caso da mineralização de nutrientes, esses autores verificaram que o P foi o elemento que apresentou maior taxa nos primeiros 15 dias (em torno de 60%), enquanto apenas 32% do N foi liberado neste período.

Quando se trata de culturas de ciclo curto, como as olerícolas, nem todo o N do adubo verde é aproveitado num único ciclo de cultivo, mesmo que o adubo verde tenha

uma alta taxa de decomposição e mineralização. Em curto prazo, em apenas um ciclo de cultivo de olerícola, apenas parte do N contido no adubo verde pode ser considerado no suprimento nitrogenado da cultura. Parte do N pode ser perdido por lixiviação ou volatilização. A parte do N do adubo verde não aproveitada pela olerícola primária, vai para a matéria orgânica do solo, e parte ainda fica no material vegetal ainda em decomposição até que o adubo verde se decomponha completamente. Segundo Diniz (2011) esse N residual deve ser considerado e pode ser aproveitado por culturas subsequentes em um sistema de sucessão.

No cultivo sucessivo a um sistema de consórcio com adubo verde, um dos objetivos é o aproveitamento do efeito residual desse consórcio. Todavia, quando se busca uma espécie de hortaliça para suceder o consórcio, torna-se importante, entre outros pontos, conhecer as exigências climáticas das culturas. Devido à origem de países de clima temperado, as cultivares de brócolis do tipo inflorescência única, quando cultivadas no verão, apresentam menor produtividade e conservação pós-colheita (Tavares, 2000), o que faz com que seja uma cultura plantada do final do verão até meados do inverno (Filgueira, 2008). Além disso, o brócolis apresenta elevada capacidade de responder às adubações orgânicas em substituição aos fertilizantes minerais.

O efeito residual da *Crotalaria juncea* sobre o desempenho do brócolis foi avaliado por Diniz (2011) que relata que as quantidades de massa de *C. juncea* aplicadas influenciaram positivamente no crescimento e na produtividade do brócolis. Perin *et al.* (2004a), utilizando o esquema de sucessão crotalária/ milho/ brócolis verificaram que a presença da crotalária elevou o teor e acúmulo de N nas folhas e inflorescências do brócolis, tanto na ausência quanto na presença de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, mesmo após o cultivo intermediário do milho.

Avaliando o efeito residual da crotalária no desempenho do repolho, cultura pertencente à mesma família botânica do brócolis, Vargas (2009) verificou que nas áreas em que foram deixadas a parte aérea ou a planta inteira de crotalária, resultaram em maiores produções e, conseqüentemente, maiores efeitos residuais do que a adubação com N-mineral.

Alguns trabalhos demonstram a importância do efeito residual da *C. juncea* em um segundo cultivo sucessivo de olerícolas, tais como: brócolis em sucessão ao milho (Perin *et al.*, 2004a); dois cultivos sucessivos de repolho (Vargas, 2009) e abobrinha em

sucessão ao brócolis (Diniz, 2011). Para as condições de Viçosa-MG, no período da primavera, uma olerícola que poderá ser utilizada em sucessão ao brócolis é o milho verde (*Zea mays* L.). O cultivo de milho verde vem aumentando de forma significativa em função de sua lucratividade visto que, na forma de grãos verdes, o valor de comercialização é maior quando comparado com o milho na forma de grãos secos (Castro, 2010). Além disso, assim como a cultura do brócolis, a sua produção absorve, principalmente, mão-de-obra familiar o que contribui para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, particularmente na época da colheita em razão de ser manual (Cruz *et al.* 2006). O ciclo do milho verde varia de 80 a 110 dias (Filgueira, 2008) e sendo semeada em meados da primavera, a colheita ocorrerá em meados do verão.

O efeito residual da *C. juncea* na cultura do milho foi avaliado por Perin *et al.* (2006), sendo que o pré-cultivo de crotalária + milheto resultou em maior massa de matéria seca da parte aérea do milho e rendimento e acúmulo de N nos grãos, quando comparado com o cultivo realizado sobre a vegetação espontânea. O milho utilizado como segundo cultivo sucessivo à aplicação da crotalária apresentou aumento quadrático da produtividade com o aumento da dose do adubo verde (Diniz, 2011).

Diniz (2011) também relata efeito de doses de crotalária na produção de brócolis e efeito residual na produção dos cultivos subsequentes de abobrinha e do milho. Efeito do pré-cultivo com amendoim (*Arachis hipogaea*), crotalária (*C. juncea* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) sobre a produção da cana-de açúcar por cinco cortes foi relatado por Ambrosano *et al.* (2011); esses autores verificaram incremento de produção de colmos e de açúcar apenas no tratamento com crotalária, o qual apresentou valores significativamente superiores ao tratamento testemunha composto de plantas infestantes. Silva *et al.* (2006) avaliaram o efeito residual de adubos verdes em pré-cultivo sobre a cultura do milho por dois anos agrícolas (2001/2002 e 2002/2003) e verificaram que a crotalária proporcionou maior quantidade de N na planta, maior aproveitamento do N proveniente do fertilizante mineral e maior produtividade de grãos quando comparado ao pré-cultivo do milheto e ao cultivo realizado sobre plantas infestantes (capim colônia).

Para a sucessão do milho verde nas condições de Viçosa-MG, por ocasião do final do verão, uma alternativa é a ervilha de vagem. A ervilha de vagem (*Pisum sativum* L.) pertence à família das fabáceas. A espécie é originária do oriente médio, exige

temperaturas amenas ou frias, adaptando-se às condições de outono-inverno no centro-sul do Brasil (Filgueira, 2008).

Na literatura não foram encontrados trabalhos em que se avaliasse o efeito residual da *C. juncea* sobre o desempenho da ervilha. Entretanto, Filgueira (2008) destaca que as cultivares de porte indeterminado de vagens comestíveis são mais exigentes em termos de nutrientes, podendo-se adotar as mesmas doses sugeridas para as cultivares de feijão-vagem de porte indeterminado.

Furlani *et al.* (1978) avaliaram a composição mineral de diversas hortaliças, e verificaram os seguintes percentuais de macronutrientes nas vagens de ervilha cv. Torta de Flor Roxa: N = 3,49; P = 0,51; K = 4,81; Ca = 0,49; Mg = 0,24 e S = 0,24. Esses valores podem caracterizar a alta exigência nutricional demandada pela cultura.

Efeito residual da aplicação de N via fertilizantes minerais foi observado no feijão-vagem de crescimento indeterminado, cultura pertencente à mesma família botânica da ervilha, cultivado em sucessão à batata. Nos tratamentos em que a batata havia recebido adubação, ocorreu aumento do comprimento e do número de sementes por vagem, com maior produção total (Silva *et al.*, 2001). Entretanto, no presente trabalho, alguns fatores poderão dificultar a avaliação do efeito residual da crotalária e dos restos vegetais do brócolis e milho verde sobre as características agroeconômicas da ervilha. Um desses fatores é o fato de a própria ervilha ser capaz de fixar N<sub>2</sub> atmosférico (Peres *et al.* 1989). Outro fator, é que a ervilha sendo semeada sob a palhada de milho, material que apresenta alta relação C/N, pode condicionar à imobilização do N mineralizado, ou imobilizar o N nativo do solo (Power *et al.*, 1986; Lara Cabezas *et al.*, 2004).

Objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o desempenho do taro em consórcio com a *Crotalaria juncea*, em função de épocas de corte da crotalária, e o efeito residual da biomassa desse consórcio sobre os cultivos sucessivos de brócolis, milho verde e ervilha de vagem, nesta ordem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSANO EJ; CANTARELLA H; AMBROSANO GMB; SCHAMMAS EA; DIAS FLF; ROSSI F; TRIVELIN PCO; MURAOKA T; SACHS RCC; AZCÓN R. 2011. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Revista Bragantia** 70: 810-818.

BEZERRA NETO F; GOMES EG. 2008. Índices de desempenho de sistemas agrícolas consorciados: uso eficiente da terra, indicadores econômicos e eficiência DEA In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 28. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: ENEGEP. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep\\_2008](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep_2008). Acessado em 11 maio de 2010.

CARMO, CAS do; BOREL RMA. 2002. Situação das culturas do taro e do inhame no estado do Espírito Santo. In: SANTOS, ES dos (ed). Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do taro. João Pessoa PB.1. **Anais ...João Pessoa: EMEPA-PB.** p.198-212.

CASTRO RS. 2010. **Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho.** Mossoró - RN: Universidade Federal Rural do Semi-árido. 90p (Tese doutorado).

CRUZ JC; KONZEN EA; FILHO IAP; MARRIEL IE; CRUZ E; DUARTE JO; OLIVEIRA MF; ALVARENGA RC. 2006. Produção de milho orgânico na agricultura familiar. Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS. 17p (**comunicado técnico, 81**).

DINIZ ER. 2011. **Efeitos de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho.** Viçosa : Universidade Federal de Viçosa – UFV. 92 p (tese doutorado).

DINIZ ER; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; PETERNELLI LA; BARRELA TP; FREITAS GB. 2007. Green manure incorporation timing for organically grown broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 199-206.

FAO - **FAO statistical database.** 2010,07 de maio. Disponível em <http://www.fao.org/>.

FILGUEIRA FAR. 2008. **Novo manual de olericultura.** Viçosa: UFV. 402p.

FURLANI AMC; FURLANI PR; BATAGLIA OC; HIROCE R; GALLO JR; BERNARDI JB; FORNASIER JB; CAMPOS H.R. 1978. Composição mineral de diversas hortaliças. **Revista Bragantia** 37: 33-34.

GONDIM ARO; PUIATTI M; CECON PR; FINGER FL. 2007. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira** 25: 418-428.

HEREDIA ZÁRATE, NA; VIEIRA MC; GIULIANI AR; HELMICH M., PONTIM, BCA; PEZZONI FILHO, JC. 2007a. Produção e renda de taro Macaquinho, solteiro e

consorciado com alface 'Salad Bowl', em solo com cobertura de cama-de-frango semidecomposta. **Semina: Ciências Agrárias** 28: 563-570.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; GRACIANO JD; HELMICH M; GASSI RP; SOUZA CM. 2007b. Produção do taro chinês, em cultivo solteiro e consorciado com chicória. **Revista Ciência e Agrotecnologia** 31: 1558-1562.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; OLIVEIRA ACP; LIMA AA. 2005b. Produção e renda bruta de dois cultivares de taro, em cultivo solteiro e consorciado com alface. **Semina: Ciências Agrárias** 26: 283-290.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; GIULIANI AR; HELMICH M; CHIQUITO EG; AMADORI AH. 2006. Taro 'Chinês' em cultivo solteiro e consorciado com cenoura 'Brasília' e alface 'Quatro Estações'. **Horticultura Brasileira** 24: 324-328.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas. 2010, 28 de maio. **Crotalarias**. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Crotalaria/Crotalaria.htm>

JULIATTI JC; SARAIVA JST; COSTA EB; CARMO, CAS do. 2002. Análise conjuntural sobre as culturas do taro e do inhame no estado do Espírito Santo. in: CARMO CAS, do (ed). **Inhame e taro: sistemas de produção familiar**. Vitória: Incaper. p.52-60.

LARA CABEZAS WRL; ALVES BJR; URQUIAGA S ; SANTANA DG. 2004. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Revista Ciência Rural** 34: 1005-1013.

LIMA PC; MOURA, WM de. ; MENDONÇA, ES de. ; MANABE PMS; SANTOS, J dos.; REIGADO FR; REIS IL. 2009. Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 6. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ (CD-Rom).

MASCARENHAS MHT ; RESENDE LMA. 2002. Situação atual e prospecção das culturas do inhame (*Dioscorea alata*) e do taro (*Colocasia esculenta*) no sudeste do Brasil. In: SANTOS, ES dos (ed). Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do taro. 1. **anais...** João Pessoa: EMEPA-PB. p.33-51.

MOURA WM; LIMA PC; SOUZA HN; CARDOSO IM; MENDONÇA ES; PERTEL J. 2005. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na zona da mata mineira. **Informe Agropecuário** 26: 46-75.

OLIVEIRA FL; GUERRA JGM; JUNQUEIRA RM; SILVA EE; OLIVEIRA FF; ESPINDOLA JAA; ALMEIDA DL; RIBEIRO RLD; URQUIAGA S. 2006. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira** 24: 53-58.

OLIVEIRA FL; GUERRA JGM; RIBEIRO RLD; ALMEIDA DL; SILVA EE; URQUIAGA S; ESPINDOLA JAA. 2007. The use of sunn hemp as green manure intercropped with taro. **Horticultura Brasileira** 25: 562-566.

OLIVEIRA FL; RIBEIRO RLD; SILVA VV; GUERRA JGM; ALMEIDA DL. 2004. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalaria, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira** 22: 638-641.

PARK SE; BENJAMIN LR; WATKINSON, AR. 2002. Comparing biological productivity in cropping systems: a competition approach. **Journal of Applied Ecology** 39: 416-426.

PEDRALLI G; CARMO CAS.; CEREDA M; PUIATTI M. 2002. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil. **Horticultura Brasileira** 20: 530-532.

PERES JRR; SUHET AR; VARGAS MAT. 1989. Fixação de nitrogênio atmosférico pela ervilha em solos de cerrados. **Informe Agropecuario** 14:19.

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; GUERRA JGM ; CECON PR. (2004a). Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.). **Revista Ciência Rural** 34: 1739-1745.

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; CECON PR; GUERRA JGM ; FREITAS, GB de. 2006. Use of sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola** 63: 453-459.

PLUCKNETT DL. 1983. Taxonomy of the Genus *Colocasia*. In: WANG JK; HIGA S (eds). **Taro: A review of *Colocasia esculenta* and its potentials**. Honolulu: University of Hawaii Press.p.14-19.

POWER, JF; DORAN, JW; WILHELM WW. 1986. Uptake of nitrogen from soil, fertilizer and crop residues by no till corn and soybean. **Soil Science Society of America Journal** 50:137-142..

PUIATTI M; FÁVERO C; FINGER FL; GOMES JM. 2000. Crescimento e produtividade de inhame e de milho doce em cultivo associado. **Horticultura Brasileira** 18: 24-30.

PUIATTI M; GREEMAN S; KATSUMOTO R; FAVERO C. 1992. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame ‘Chinês’ e ‘Japonês’. **Horticultura brasileira** 10: 89-92.

PUIATTI M; PEREIRA FHF. 2007. Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott]. In: PAULA JÚNIOR TJ; VENZON M. (Org.). **101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. p.729-734.

PUIATTI, M. 2002a. Manejo da cultura do taro. In: CARMO CAS (ed). **Inhame e taro: sistema de produção familiar**. Vitória: Incaper. p.203-254.

PUIATTI M. 2002b. Pesquisas visando o manejo sustentável da cultura do taro. In: SANTOS, ES dos (ed). Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do taro.1. **Anais ...** João Pessoa: EMEPA-PB. p.143-160.

SANTOS, RHS. 1998. **Interações interespecíficas em consórcio de olerícolas**. Viçosa: UFV. 129p (Tese doutorado).

SILVA EC; FILHO AVS; ALVARENGA MAR. 2001. Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a produção do feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira** 19: 312-315.

SILVA EC; MURAOKA T; BUZETTI S; TRIVELIN PCO. 2006. Manejo de nitrogênio no milho em Latossolo Vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41: 417-486.

TAVARES CAM. 2000. Brócolos: O cultivo da saúde. **Revista Cultivar** 2: 20-22

VANDERMEER J. 1989. **The ecology of intercrop**. Cambridge: Cambridge University Press. 237 p.

VARGAS TO. 2009. **Contribuição da raiz e da parte aérea de duas leguminosas de adubação verde na produção do repolho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – UFV. 75 p (Dissertação de mestrado).

## CAPÍTULO I

### **Viabilidade do consórcio taro e crotalária em função de épocas de corte da crotalária durante o ciclo**

#### **1. RESUMO**

O consórcio taro (*Colocasia esculenta*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) cultivada em faixas intercalares é um sistema já pesquisado. Entretanto, o cultivo da crotalária entre as fileiras de taro (intercalar) dificulta os tratos culturais, além de diminuir a população da cultura do taro. Objetivou-se, com o trabalho, avaliar o consórcio taro e crotalária, cultivados na mesma linha, procedendo-se o corte da crotalária em 10 épocas durante o ciclo cultural. O experimento foi conduzido na Horta da Universidade Federal de Viçosa, no período de 23/09/2010 a 04/06/2011. Foi constituído de 11 tratamentos, correspondendo às 10 épocas de corte da crotalária (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 dias após a semeadura - DAS) mais o taro solteiro (controle). A crotalária foi semeada 33 dias após o plantio do taro. Durante o ciclo, na cultura do taro, foram avaliadas: altura das plantas, temperatura, índice SPAD, incidência de queimadura das folhas e área foliar específica (AFE). Na crotalária, foram avaliadas: altura de planta, massas de matéria fresca e seca e teor de nutrientes da massa cortada. Também foi avaliada a incidência de plantas invasoras no consórcio. Na colheita do taro, foi avaliada a produtividade em massa e em número de rizomas mãe e das classes de rizomas filho grande, médio, pequeno, refugo, comercial e total, massa de matéria fresca da parte aérea, além da composição mineral dos rizomas. Foram realizadas coletas de amostra de solo para análise química, aos 180 dias após plantio e após a colheita do taro. Menores valores do índice SPAD e de temperatura mínima foliar foram observados principalmente no período de maior desenvolvimento vegetativo das plantas que foram submetidas a um maior período de sombreamento. A produtividade de rizomas filhos comerciais e total, total de rizomas, e os índices agroeconômicos foram influenciados negativamente pela crotalária cortada a partir dos 145 DAS. Apesar de terem sido veiculados ao solo, pela crotalária cortada, quantidades elevadas de nutrientes, sobretudo de N, K e B nos cortes a partir dos 100 DAS, as quantidades de nutrientes exportadas pelos rizomas foram menores que do controle. Plantas de taro sombreadas

pela crotalária apresentaram menor incidência de queimadura nas folhas provocada pela radiação solar e, no sistema consorciado, houve menor massa de matéria seca e densidade de plantas invasoras. Conclui-se que no cultivo do taro consorciado com crotalária, o corte da leguminosa deve ser realizado até aos 130 DAS, sem prejuízo de produtividade e dos indicadores econômicos da cultura do taro, sendo que no corte realizado aos 115 DAS a biomassa apresenta valores mais elevados de N e K podendo disponibilizar tais nutrientes para o taro ou para cultivos em sucessão.

**Palavras-chave:** *Colocasia esculenta*, *Crotalaria juncea*, produção, teor, manejo.

## 2. ABSTRACT

### **Viability of taro and sunhemp intercropping according to the cutting seasons of sunhemp during the cycle**

The intercropping of taro (*Colocasia esculenta*) and sunhemp (*Crotalaria juncea*) grown between rows is a system which has already been investigated. However, the cultivation of sunhemp between the rows of taro makes cultural practices a difficult task besides reducing the population of taro culture. The objective of this study was to evaluate the intercropping of taro and sunhemp grown on the same line, with a following cut of sunhemp in 10 seasons during the crop cycle. The experiment was conducted at the garden of the Universidade Federal de Viçosa from 09/23/2010 to 06/04/2011. It consisted of 11 treatments, corresponding to 10 seasons of sunhemp cutting (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 and 220 days after sowing - DAS) plus monocultivation of taro (control treatment). Sunhemp was sown 33 days after planting taro. Plant height, temperature, SPAD index, incidence of burning in the leaves and specific leaf area (SLA) were evaluated in the taro cultivation during the cycle. In the sunhemp cultivation the following were evaluated: plant height, fresh and dry matter mass and nutrient content of cut mass. The incidence of invading plants in the intercrop was also evaluated. At taro harvest, the productivity in mass and in number of corms and classes of large, medium and small classes of cormels, waste matter, total and commercial and total fresh weight of the shoot in addition to the mineral composition of the rhizomes were all evaluated. Soil samples were collected for chemical analysis on 180 days after planting and after harvest of taro. Lower values of SPAD index and minimum leaf temperature were observed mainly in the period of greater vegetative

growth of plants that were submitted to a longer period of shading. The productivity of total and commercial cormels, total rhizomes, and agroeconomic indices were negatively influenced by sunhemp cut from 145 DAS. Despite being conveyed to the soil by the cut sunhemp, high amounts of nutrients, particularly N, K and B in the cuts from 100 DAS, the amounts of nutrients exported by rhizomes were lower than the control. Taro plants shaded by sunhemp showed a lower incidence of burning in leaves caused by solar radiation and, in the intercropping system, there was a smaller dry matter mass and density of invading plants. In the cultivation of taro with sunhemp, the legume should be cut up to 130 DAS, with no negative effect on productivity and economic indicators of the culture of taro, and the biomass in the cut carried out 115 DAS has higher values of N and K, being likely to provide such nutrients for taro or for crops in succession.

**Keywords:** *Colocasia esculenta*, content, *Crotalaria juncea*, production

### 3. INTRODUÇÃO

Apesar de ser considerada uma cultura relativamente pouco exigente em fertilização, trabalhos de pesquisa nas condições brasileiras tem demonstrado resposta do taro às adubações minerais (Puiatti, 1992a; Puiatti *et al.*, 1990) e orgânica (Almeida *et al.*, 1984a; Pimenta, 1993). Considerando a produtividade total de rizomas de 66,0 t ha<sup>-1</sup>, o taro ‘Japonês’, aos 285 dias após o plantio, absorveu 210,9 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo 91,4% deste total exportados pelos rizomas (Puiatti *et al.*, 1992). Cultivado com resíduos orgânicos, a exportação de N pelos rizomas-filho foi de 132,9 kg ha<sup>-1</sup> (Sediyama *et al.*, 2009). Portanto, a adubação de reposição, após a retirada da cultura, deve ser observada, especialmente a nitrogenada, em razão da grande quantidade extraída pela cultura e do percentual elevado que é exportado pelos rizomas.

A associação do taro com leguminosas é uma alternativa para evitar a degradação do solo, uma vez que a presença de leguminosas promove melhorias dos níveis de fertilidade (Perin *et al.*, 2004). Esta associação possibilita também a disponibilidade de N para a cultura principal após o corte da leguminosa. Neste caso, a cultura principal se beneficia do N<sub>2</sub> fixado pela leguminosa, principalmente pela decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea cortada durante o desenvolvimento da cultura principal

(Castro *et al.*, 2004). Normalmente, no período de floração, as leguminosas contêm altos teores de N em seus tecidos, podendo contribuir com mais de 150 kg ha<sup>-1</sup>/ano de N, com um percentual de 60 a 80% do N proveniente da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Giller, 2001).

Para o sucesso do consórcio, a escolha das espécies é fundamental. A crotalária (*Crotalaria juncea*) é uma leguminosa anual de caule ereto, com crescimento rápido e ciclo cultural curto, variando entre 120 e 150 dias; apresenta bom teor de biomassa com boa capacidade de fixar N<sub>2</sub> e reciclar vários nutrientes do perfil do solo, quase não tendo problemas com pragas e/ou doenças (Souza & Resende, 2006), podendo assim, ser cultivada na forma de consórcio.

Além da espécie, a época de plantio, o arranjo espacial e o manejo do adubo verde também são aspectos importantes para o êxito do consórcio. Assim, o manejo da adubação verde e da cultura principal para amenizar a competição por luz, água e nutrientes e aumentar a eficiência na sincronização entre a mineralização de nutrientes pela massa dos adubos verdes e a absorção desses nutrientes pelas culturas, são ajustes importantes (Oliveira, 2004).

Trabalhos envolvendo o consórcio do taro com a crotalária demonstram a capacidade da leguminosa em conter consideráveis quantidades de N via biomassa. Destaca-se, a promoção da ciclagem de macronutrientes, adição de grande quantidade de matéria orgânica devido ao alto teor de matéria seca quando é utilizado o manejo da poda (Oliveira *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2006), sem comprometer a produtividade de rizomas filho comerciais de taro (Oliveira *et al.*, 2007).

O controle da população infestante de plantas invasoras e a redução da queima das folhas pela radiação solar são outros benefícios proporcionados pelo consórcio taro e crotalária (Oliveira *et al.*, 2004; 2007). Levantamento realizado pela RECOPE-RJ (Rede de Agroecologia do estado do Rio de Janeiro), em seu relatório do 2º semestre de 1999, relata que os plantios de taro no estado do Rio de Janeiro sofrem, quase sempre, com queimaduras foliares extensas, em função da incidência direta dos raios solares. As lesões provocadas levam à perda de área foliar e, por consequência, à diminuição na produção de fotoassimilados, podendo afetar o desenvolvimento dos rizomas.

Em relação à supressão de plantas invasoras, Oliveira *et al.* (2004) destacam que as capinas oneram o custo de produção do taro; assim, o emprego do cultivo consorciado torna-se importante, pois a ação da crotalária predominando na competição

por luz, água e nutrientes exerce a supressão sobre as plantas invasoras, reduzindo os custos com capinas.

Trabalhos de pesquisas demonstraram a possibilidade da consorciação de hortaliças com adubos verdes, tais como: quiabo e crotalária (Ribas *et al.*, 2003), quiabo e feijão-caupi (Guedes *et al.*, 2006), brócolis e mucuna (Siqueira *et al.*, 2009), taro e guandu (Oliveira *et al.*, 2006) e taro com crotalária (Oliveira *et al.*, 2004; 2007; Silva *et al.*, 2006). Todavia, esses trabalhos foram realizados com as hortaliças cultivadas de forma intercalar em faixas com o adubo verde, não sendo pesquisada a associação na própria linha de plantio. Apesar de resultados positivos, o cultivo intercalar tem como dificuldade o manejo da cultura e, dependendo do arranjo, a perda de população de taro.

Em razão do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do consórcio taro e crotalária, cultivados na mesma linha de plantio, em função de época de corte da crotalária durante o ciclo de cultivo.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Horta de Pesquisas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 23/09/2010 a 04/06/2011. O solo, Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, apresentava, na camada de 0-20 cm de profundidade, as seguintes características químicas: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,6; K = 76,0 mg dm<sup>-3</sup>; P = 57,9 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 3,47 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 3,49 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC (T) = 6,96 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 50%; matéria orgânica = 2,7 dag kg<sup>-1</sup>; P<sub>rem</sub> = 35,9 mg L<sup>-1</sup>; Zn = 10,4 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 37,7 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 78,1 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 2,1 mg dm<sup>-3</sup> e B = 0,2 mg dm<sup>-3</sup>. A análise física indicou classe textural argilosa (28% de areia; 17% de silte e 55% de argila). Por tratar-se de área cultivada com hortaliças, e com base nas análises química e física e na recomendação para a cultura do taro, não foi necessário realizar a correção do solo nem adubação com macro e micronutrientes.

O experimento, conduzido no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, foi constituído de 11 tratamentos correspondentes a 10 épocas de corte da parte aérea das plantas de crotalária, durante o ciclo de cultivo, no período de 55 a 220 dias após a semeadura (DAS), mais o taro solteiro (monocultura), da seguinte forma: 1- taro solteiro (controle); 2- corte da crotalária aos 55 DAS; 3- corte aos 70 DAS; 4- corte

aos 85 DAS; 5- corte aos 100 DAS; 6- corte aos 115 DAS; 7- corte aos 130 DAS; 8- corte aos 145 DAS; 9- corte aos 160 DAS; 10- corte aos 190 DAS e 11- corte aos 220 DAS.

A parcela foi constituída de quatro linhas espaçadas de 1,0 m com 3,0 m de comprimento contendo, em cada linha, 10 plantas de taro espaçadas de 0,30 m. No cultivo consorciado, a crotalária foi semeada a 10 cm da fila de taro, sendo depositadas 40 sementes por metro linear, procedendo-se ao desbaste 15 dias após a semeadura, deixando-se 20 plantas por metro linear. Considerou-se como área útil os 2 m centrais de cada fileira central, totalizando 4 m<sup>2</sup> por parcela.

O plantio do taro foi realizado em 23/09/2010. Utilizou-se como mudas, rizomas filho do taro 'Japonês' (BGH 5925), com massa média de aproximadamente 60 g, colocadas em sulcos de 12 cm de profundidade. A crotalária foi semeada em 26/10/2010, em sulcos de 2 cm de profundidade, abertos lateralmente a linha de cultivo do taro, a cerca de 10 cm desta. Foram realizadas três capinas em todas as parcelas até 30 DAS da crotalária. As irrigações, quando necessárias, foram realizadas por aspersão convencional.

Nas 10 épocas de corte da crotalária (tratamentos) foram avaliados: massas de matéria fresca e seca e teor de nutrientes do material cortado, altura das plantas de taro e de crotalária. A avaliação da incidência de queimadura das folhas de taro foi realizada da quarta à oitava épocas de corte, sendo sempre realizadas um dia após ao corte das plantas. A avaliação da massa de matéria seca, frequência e densidade de espécies invasoras foi realizada até à nona época de corte da crotalária (190 DAS).

As plantas de crotalária da área útil foram cortadas rente ao solo; após a pesagem para obtenção da massa da matéria fresca, uma amostra representativa das plantas contendo cerca de 0,5 kg do material cortado de cada parcela foi picada e colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingir massa constante. Após secas, procedeu-se a pesagem e foi calculado a massa de matéria seca para cada parcela. O material seco foi triturado em moinho tipo Wiley e enviado ao laboratório para determinação dos teores de macro e micronutrientes. Todas as plantas de crotalária presentes na parcela, depois de ceifadas rente ao solo, foram dispostas lateralmente às plantas de taro, em faixa de cerca de 0,60 m de largura.

A medição da altura das plantas de taro foi realizada em três plantas representativas das duas fileiras centrais das parcelas em que foi realizado o corte. Foi

realizada com uma régua medindo-se do nível do solo até a inserção do pecíolo no limbo da folha mais alta. A altura das plantas de crotalária também foi realizada com uma régua, medindo-se seis plantas representativas das duas fileiras centrais das parcelas.

A determinação do índice SPAD foi realizada aos 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195 e 225 DAP do taro, na segunda folha completamente expandida, a partir do ápice, de quatro plantas das fileiras úteis. As medições foram realizadas entre 7 e 11:00 h , utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd.). Em cada folha, foram realizadas três medições do índice SPAD; dois em cada lóbulo e um na parte apical da folha, totalizando 12 medições por parcela, sendo utilizada a média para representar cada parcela.

A avaliação da incidência de queimadura pela radiação solar em folhas de taro foi estimada pela proporção da área foliar lesionada obtida por meio de escala diagramática descrita por Michereff *et al.* (2000), com adaptações realizadas por Oliveira (2004), da seguinte forma:

<b>Nota</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Área foliar lesionada (%)</b>	1 a 3	3 a 6	6 a 12	12 a 25	25 a 50	> 50

Para a determinação da massa de matéria seca, densidade e frequência das espécies invasoras, em cada época de corte da crotalária, no tratamento em que foi realizada o corte e no monocultivo, foi lançado aleatoriamente um quadrado com dimensões de 0,5 x 0,5 m (0,25m<sup>2</sup>) dentro da área útil de cada repetição dos dois tratamentos. Tomou-se cuidado no tratamento de monocultivo, da área ocupada pelo quadrado não ser repetida durante as nove avaliações realizadas. As plantas dentro do quadrado foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o laboratório onde foram lavadas, enxutas, pesadas e classificadas de acordo com a espécie. Por meio da soma de cada espécie obtida das quatro repetições do tratamento foi obtida a densidade de cada espécie para cada época de corte da crotalária.

As plantas invasoras de cada repetição dos dois tratamentos avaliados em cada época de corte (monocultura e consorciado) foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingirem massa constante. Com base na soma da massa obtida das quatro repetições de cada tratamento, foi calculada a massa de matéria seca do monocultivo e cultivo consorciado em cada época de corte da crotalária.

A frequência das plantas invasoras foi obtida com base no número de vezes que cada espécie esteve presente no material coletado, durante nove épocas de corte da crotalária, utilizando-se quatro repetições. Partindo-se do princípio de que em cada época de corte foram avaliados o tratamento de monocultivo e o tratamento de consórcio em que foi realizado o corte, foram realizadas 36 observações para o sistema de monocultivo como para o sistema consorciado.

Aos 180 DAP do taro, e por ocasião da colheita do taro, foram realizadas coletas de amostras de solo para análise. Em cada tratamento foram coletadas amostras compostas, sendo o solo coletado de dois pontos da área útil de cada unidade experimental, com o auxílio de uma sonda, na profundidade de 0-20 cm. O solo coletado foi seco à sombra e em seguida enviado ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes, matéria orgânica,  $P_{rem}$  e pH.

A temperatura foliar do taro foi obtida com a utilização de um termômetro infravermelho portátil, IT – 330, marca Horiba, com resolução de 0,1°C, acurácia de 1%, ângulo de visada (ângulo sólido) de 3° e emissividade de 0,98. As medições foram realizadas aos 150 DAP do taro entre 13 e 14:00 h. Nas leituras, aproximou-se o sensor do aparelho na superfície da folha com uma inclinação de, aproximadamente, 30° com a horizontal e sempre no sentido contrário à incidência da radiação solar, segundo Andrade *et al.* (2008). Foram registradas as temperaturas máximas, médias e mínimas da segunda folha completamente expandida a partir do ápice, sendo realizadas três medições por parcela (3 plantas), sendo utilizada a média das medições para representar a parcela.

Também aos 150 DAP da cultura do taro, foi estimada sua área foliar específica (AFE). Em duas plantas de cada parcela, foram retiradas duas folhas, uma de cada planta, correspondendo a segunda folha completamente expandida a partir do ápice. Em cada uma dessas folhas foram retirados três discos contendo cada um uma área de 86,546 cm<sup>2</sup> totalizando, assim, seis discos por parcela. Esses discos foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingirem massa constante. Com os valores médios das duas plantas, estimou-se a AFE das plantas de cada parcela por meio da razão entre a área foliar e a massa de matéria seca dos discos coletados.

Aos 255 DAP, quando as plantas de taro estavam maduras, apresentando folhas amareladas e secas, seis plantas da área útil de cada parcela foram colhidas, sendo avaliadas as seguintes características: massas de matéria fresca da parte aérea da planta

mãe e dos rebentos; massa de matéria fresca de rizomas mãe; massas de matéria fresca e número por planta das classes de rizomas filho. Os rizomas filho foram classificados, com base no diâmetro transversal, de acordo com Puiatti *et al.* (1990), nas classes filho grande (>47 mm), filho médio (40-47 mm), filho pequeno (33-40 mm) e refugo (<33 mm). Considerou-se como comerciáveis o somatório das classes de rizomas filho grande, médio e pequeno. Na produção de rizomas filho total foi considerado o somatório das classes de rizomas filho grande, médio, pequeno e refugo. A produção total consistiu do somatório das produções de rizomas mãe e de todas as classes de rizomas filho.

Foram retiradas amostras compostas contendo 0,50 kg de massa de matéria fresca dos rizomas filho, de cada tratamento, para determinação dos teores de matéria seca e de nutrientes. Os rizomas, depois de lavados, foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir massa constante. Após pesagem para determinação do teor de massa de matéria seca, o material foi triturado em moinho tipo Wiley e enviado ao laboratório para análise dos teores de macro e micronutrientes.

Com os dados de produção de rizomas, foi avaliada a eficiência dos sistemas consorciados utilizando os seguintes indicadores agroeconômicos: índice de uso eficiente da terra (UET); renda bruta (RB); renda líquida (RL); vantagem monetária (VM); vantagem monetária corrigida (VMc); taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL).

O índice UET do consórcio foi calculado pela seguinte expressão:  $UET = (Ptc/Pts)$ , onde, Ptc é a produtividade da cultura do taro em consórcio com a crotalária; Pts é a produtividade da cultura do taro solteiro (em monocultura). Foi utilizada a produtividade de rizomas comerciáveis ( $kg\ ha^{-1}$ ).

No cálculo da RB considerou-se o preço nominal médio no atacado no mês de junho de 2011 (mês da colheita) praticado no CEASA-MG de Contagem. Os rizomas filho grande foram classificados como dedo extra e comercializados em caixas com capacidade para 23 kg, enquanto os rizomas filho médio e pequeno foram classificados apenas como dedo e comercializados em sacos com capacidade para 20 kg, apresentando menor valor comercial. Rizomas refugo e rizomas mãe não foram computados para fins desse cálculo, considerando-se assim, apenas os rizomas comerciáveis.

A RL foi obtida pela diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT). O COT, em ambos os sistemas de cultivo, foi calculado a partir dos coeficientes técnicos para custo de produção de taro apresentados por Puiatti (2002a) e Helmich *et al.* (2010), com modificações feitas a partir das necessidades de operações e insumos apresentadas no experimento. Os custos referentes à insumos, serviços, embalagem e transporte foram calculados a partir dos preços praticados na cidade de Viçosa – MG no período de setembro/2010 a junho/2011.

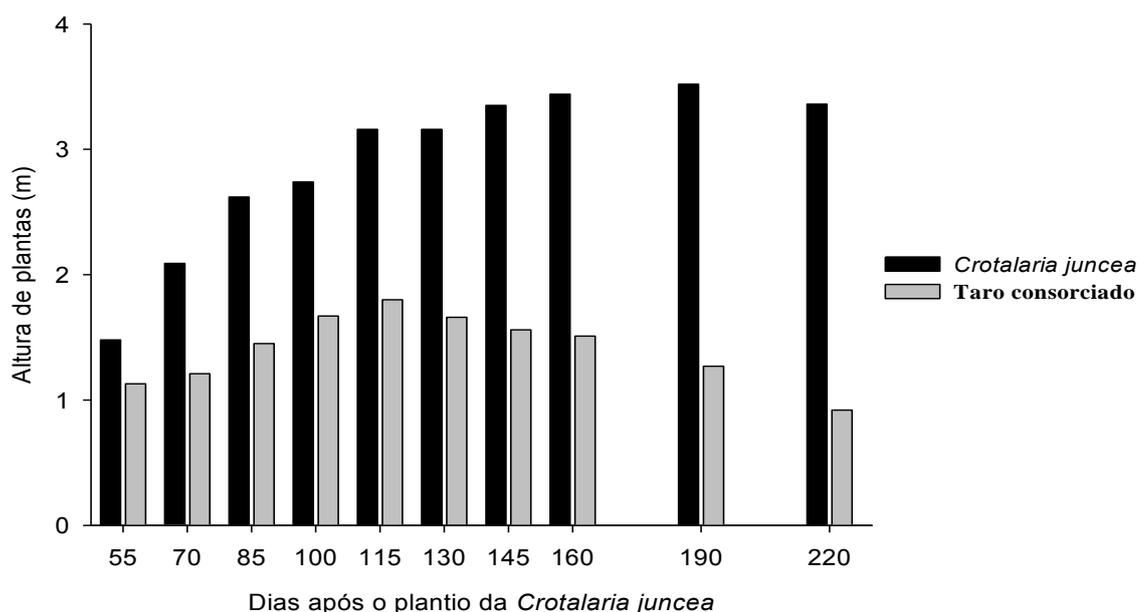
A VM e a VMc foram obtidas pelas seguintes expressões:  $VM = RB \times (UET - 1) / UET$  e  $VMc = RL \times (UET - 1) / UET$ . A TR por real investido em cada tratamento foi obtida por meio da relação entre a renda bruta e o custo de produção. O IL foi obtido da relação entre a RL e RB e expresso em percentagem, conforme Oliveira *et al.* (2005) e Cecílio Filho *et al.* (2008).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância sendo as médias dos tratamentos de corte comparadas ao controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, e as médias dos tratamentos agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para as épocas de avaliação do índice SPAD foi utilizada a análise de regressão simples sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão, no coeficiente de determinação e no comportamento biológico.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Crescimento de plantas**

A altura das plantas de taro em consórcio com a crotalária variou de 0,92 a 1,80 m sendo o maior valor alcançado no corte realizado aos 115 DAS (148 DAP do taro). Em relação à crotalária, a altura variou de 1,48 a 3,52 m sendo o maior valor observado aos 190 DAS (Figura 1).



**Figura 1.** Altura das plantas de taro consorciado e de crotalária registradas nas respectivas épocas de corte da crotalária.

Os valores de altura das plantas de taro em sistema de consórcio observado neste trabalho foram superiores aos verificados por Gondim *et al.* (2007) nas mesmas condições de solo os quais registraram valor de 151,8 cm aos 139 DAP do taro ‘Japonês’ cultivado em condições de 50% de sombreamento artificial. Deve-se considerar que a altura da crotalária no corte aos 115 DAS era de 3,16 m, o que pode representar sombreamento das plantas de taro superior a 50%. Maiores valores estimados para a altura do taro ocorrem quanto maior for a intensidade de sombra, demonstrando que a condição de restrição de luz estimula o alongamento do pecíolo foliar em busca de maior captação de luz solar (Gondim *et al.*, 2007).

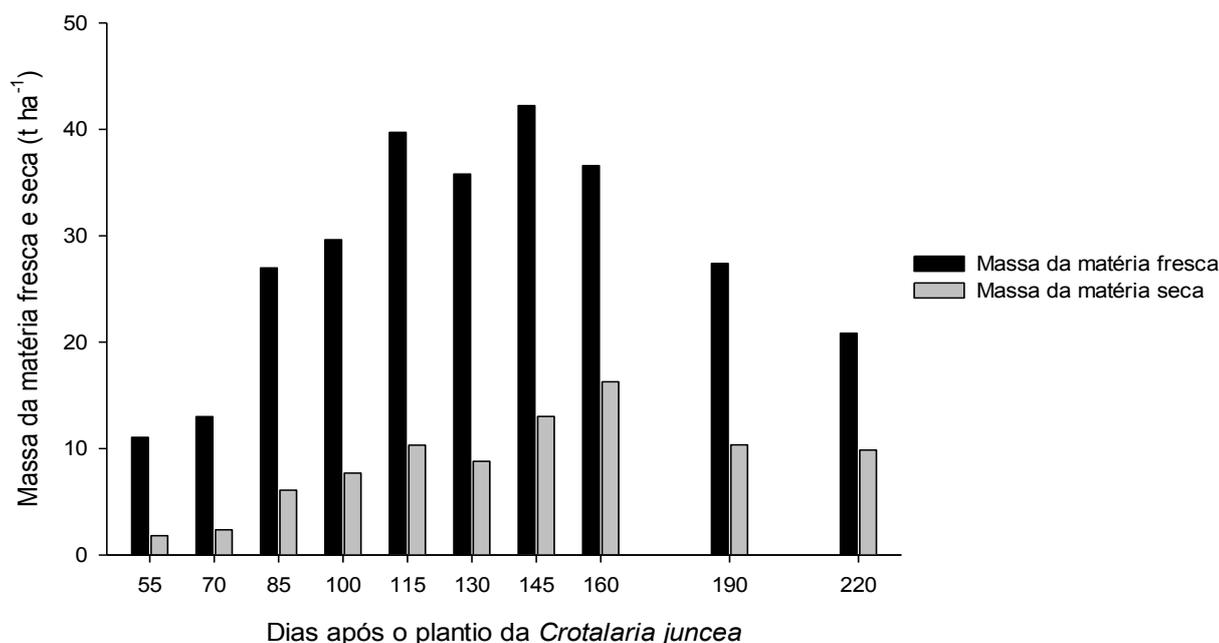
Gondim *et al.* (2007) consideram, durante o desenvolvimento do taro, quatro estádios de crescimento (E1, E2, E3 e E4); no estágio E2 (60 a 90-120 DAP), ocorre rápido crescimento da parte aérea, enquanto que a partir dos 120 DAP (E3) ocorre diminuição da área foliar em razão da senescência foliar e diminuição na taxa de emissão de folhas. No presente trabalho, o crescimento da parte aérea do taro ocorreu até, aproximadamente, aos 115 DAS (148 DAP do taro). Puiatti *et al.* (1992) verificaram acúmulo de massa de matéria seca nas folhas do taro ‘Japonês’ até aos 165 DAP, sendo que, posteriormente, ocorreu o processo de senescência foliar com a translocação de fotoassimilados para os órgãos de reservas. O sistema de consórcio, possivelmente, não afetou as fases fenológicas do taro, uma vez que pequenas

diferenças encontradas em relação aos trabalhos podem ser devidas à época de plantio e a fatores edafoclimáticos, em especial da temperatura na fase inicial de cultivo.

Em relação à crotalária, a maior altura aqui encontrada foi superior aos 1,80 m observados por Oliveira *et al.* (2004) em consórcio com taro ‘Chinês’, em cultivo intercalar, sem poda, no município de Nova Friburgo –RJ, com espaçamento de 0,50 m entre linhas. O maior espaçamento utilizado no presente trabalho pode ter proporcionado maior vigor das plantas de crotalária com maior desenvolvimento da parte aérea das plantas.

As massas de matéria fresca e seca fornecidas pela crotalária nos respectivos cortes variaram de 11,06 a 42,23 e de 1,82 a 16,82 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores máximos de massa de matéria fresca foram verificados aos 145 DAS, enquanto para massa de matéria seca os maiores valores foram observados aos 160 DAS (Figura 2).

Na literatura não foram encontrados trabalhos em que o corte da crotalária tenha sido realizado aos 160 DAS. Silva *et al.* (2006) relatam valores correspondentes a 4,5 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca aos 60 DAS. Esses valores são superiores aos encontrados nesse trabalho; entretanto deve-se considerar que o espaçamento de 0,5 m entre fileiras no referido trabalho, caracteriza o dobro da densidade de plantas. Todavia, Oliveira *et al.* (2007) verificaram valores de 6,85 t ha<sup>-1</sup> aos 120 DAS, que são valores inferiores aos encontrados nesse trabalho, considerando a mesma densidade de plantas.



**Figura 2.** Massas de matéria fresca e seca de plantas de crotalária observadas nas respectivas épocas de corte.

## 5.2 Quantidades de nutrientes contidos na biomassa em cortes da crotalária e impactos na fertilidade do solo

As quantidades de nutrientes presentes na massa cortada de crotalária variam de acordo com as épocas de corte, formando grupos de médias para cada nutriente pelo teste de Scott-Knott (Tabela 1). Destaca-se o tratamento em que o corte da crotalária ocorreu aos 115 DAS, cujos valores encontraram-se no grupo das maiores médias para N, K, Ca, S, Zn, Fe e B, e o tratamento de corte aos 160 DAS, cujos valores encontraram-se no grupo das maiores médias para N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu e B.

Para a maioria dos nutrientes avaliados, as duas primeiras épocas de corte representaram menores quantidades de nutrientes quando comparado com as demais épocas, o que pode ser atribuído à menor quantidade de massa produzida pelas plantas, por estarem na fase inicial de crescimento. A partir dos 85 DAS ocorreu um aumento da quantidade da maioria dos nutrientes, devido à maior massa acumulada pelas plantas, com destaque para os cortes a partir dos 100 DAS para N, K e B que formaram um grupo de médias distinguindo-se, com valores superiores, aos cortes anteriores.

No presente trabalho, as quantidades de N, Mg, S, Cu, Zn e Fe contidos na crotalária foram inferiores aos observados por Alcântara *et al.* (2000) quando avaliaram a quantidade de macro e micronutrientes presentes na massa de matéria seca de *C. juncea* cortada aos 85 DAS; porém as quantidades de P, K, Ca, B e Mn mostraram-se superiores, mesmo com menor densidade de plantas aqui utilizada.

Nas análises de solo realizadas nos tratamentos aos 180 DAP, verificou-se pequeno aumento dos teores de matéria orgânica, Ca e Mg, e grande redução do K, em todos os tratamentos. Em alguns tratamentos os teores de P foram superiores ao verificado na análise realizada em pré-plantio, enquanto os valores de pH não apresentaram variação (Tabela 2).

Aumento do teor de matéria orgânica do solo com o cultivo da crotalária também foi constatado por Paulo *et al.* (2001). Esses autores verificaram, após dois meses de incorporação da leguminosa cultivada na forma de consórcio com o café Apatã, que apenas o teor de matéria orgânica do solo foi significamente alterado pelo cultivo da *C. juncea*. No presente trabalho, a elevação no teor de matéria orgânica observado aos 180 DAP do taro pode ter ocorrido em razão da incorporação do material cortado nos tratamentos em que já havia efetuado o corte, como também com queda de folhas da

leguminosa ou das próprias folhas do taro que podem ter sido incorporados pelas capinas, chuvas ou água de irrigação.

Apesar das grandes quantidades de K veiculados pelo cortes da crotalária (Tabela 1), o teor de K no solo diminuiu na análise realizada aos 180 DAP do taro (Tabela 2). Essa queda no teor de K pode estar relacionada com o alto grau de exigência que a cultura do taro apresenta em relação a este nutriente. Trabalhos relatam as altas quantidades de K que são exportadas pelos rizomas de taro ‘Japonês’, com valores aproximados de 443 kg ha<sup>-1</sup> (Puiatti *et al.*, 1992) e 206 kg ha<sup>-1</sup> (Sediyama *et al.*, 2009). A fase do ciclo analisada corresponde ao de maior crescimento das plantas de taro, conseqüentemente de grande exigência nutricional da cultura, em que teores de K nas folhas de taro podem alcançar acima de 5% (Puiatti *et al.*, 1992). Além disso, parte do potássio absorvido pela crotalária ainda estava contido na sua biomassa não decomposta.

Outro fator importante está ligado ao fato do K<sup>+</sup> ser um elemento livre, com isso as perdas por lixiviação no solo tem sido significativas (Souza *et al.*, 2010).

O aumento nos teores de Ca e Mg por ocasião da análise realizada aos 180 DAP, pode estar relacionado com a transmutação biológica dos elementos com baixa energia, conforme Pinheiro Machado (2004). A teoria da transmutação de elementos com baixa energia foi desenvolvida por Kervran, entre as décadas de 1950 e 1970, que propõe o deslocamento de um elemento a outro, ao nível do núcleo dos átomos, das partículas de hidrogênio, de oxigênio, de carbono, com formação de novos elementos, através de reações subatômicas, que não pertencem à química, já que está em um estágio ulterior, molecular, e não são também da física nuclear, pois há uma nova propriedade da matéria, ainda não identificada. Kervran observou formação de dolomitas no seio dos calcários, sílica pelas diatomáceas nos lagos onde não há sílica.

**Tabela 1.** Quantidades de macro e de micronutrientes presentes na parte aérea de plantas de crotalária consorciadas com taro por diferentes períodos (dias após a sementeira, DAS)

Corte DAS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
55	40,51 c	4,56 d	47,45 c	23,36 c	6,02 d	3,10 c	49,27 c	208,05 d	135,05 d	10,95d	49,82c
70	56,05 c	6,38 d	42,57 c	38,55 c	8,27 d	3,78 c	47,30 c	683,48 d	146,63 d	11,82d	64,56 c
85	92,03 b	12,80 c	97,52 b	67,65b	16,46 c	8,53b	127,99 b	1.810,21c	426,65 d	42,66c	166,39b
100	120,97a	18,49 b	129,45a	62,41b	20,03 c	10,02b	184,92 b	3.259,21b	729,60 c	38,52c	282,77a
115	171,48a	21,69 b	173,54a	84,70a	28,92b	13,43a	278,91a	4.090,68a	940,03 c	51,65c	345,02a
130	135,56a	18,48 b	109,15a	51,93c	24,64 b	7,92b	184,85 b	4.296,21a	677,80 c	44,01c	279,92a
145	152,68a	26,10a	151,38a	70,47b	27,40b	13,05a	287,10a	1.897,20 c	965,70 c	65,25b	336,69a
160	161,22a	30,94a	162,85a	83,23a	42,34a	13,01a	374,55a	2.068,19 c	1.025,95 c	81,42a	330,58a
190	118,02a	17,60 b	157,35a	35,20c	19,67 c	8,28b	289,87a	2.526,01 c	1.625,34 b	51,76c	238,11a
220	130,15a	18,06 b	134,09a	58,17b	24,65 b	9,86b	207,06 b	2.317,10 c	4.742,66a	59,16b	240,58a
CV(%)	24,99	28,20	26,37	24,70	28,75	25,74	30,11	27,12	31,35	28,39	26,85
Média	117,87	17,51	120,54	57,57	21,84	9,10	203,18	2.312,94	1.141,54	45,72	233,45

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Valor do pH e de teores de matéria orgânica (MO) e dos macronutrientes P, K, Ca e Mg obtidos de análises de amostras de solo realizadas no pré-plantio do taro (PP), aos 180 dias após o plantio do taro (180) ) nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	pH (H <sub>2</sub> O)		MO (dag kg <sup>-1</sup> )		P (mg dm <sup>-3</sup> )		K (mg dm <sup>-3</sup> )		Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	
	PP*	180**	PP*	180**	PP*	180**	PP*	180**	PP*	180**	PP*	180**
Controle	5,6	5,2	2,7	3,7	57,9	56,6	76	33	2,8	3,4	0,5	0,6
55	5,6	5,4	2,7	4,3	57,9	50,1	76	48	2,8	4,3	0,5	0,9
70	5,6	5,4	2,7	4,5	57,9	75,3	76	38	2,8	3,7	0,5	0,8
85	5,6	5,5	2,7	4,1	57,9	61,1	76	36	2,8	4,2	0,5	0,8
100	5,6	5,5	2,7	4,1	57,9	32,2	76	46	2,8	3,5	0,5	0,7
115	5,6	5,6	2,7	4,4	57,9	36,0	76	43	2,8	3,8	0,5	0,8
130	5,6	5,6	2,7	4,3	57,9	43,9	76	45	2,8	3,6	0,5	0,7
145	5,6	5,7	2,7	3,9	57,9	36,0	76	37	2,8	3,9	0,5	0,8
160	5,6	5,7	2,7	4,7	57,9	68,0	76	39	2,8	4,7	0,5	0,9
190	5,6	5,7	2,7	4,0	57,9	54,4	76	32	2,8	3,6	0,5	0,7
220	5,6	5,7	2,7	4,1	57,9	58,8	76	37	2,8	3,7	0,5	0,7

\* Análise química do solo composta de 20 amostras simples retiradas, aleatoriamente, na área experimental. \*\*Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples, sendo coletadas duas amostras simples, na área útil de cada unidade experimental, de cada tratamento.

Segundo Souza (2010) esses processos explicariam os notáveis aumentos dos níveis de fósforo e potássio e outros elementos no solo de projetos bem manejados em sistemas de Pastejos Rotacionados Voisin (PRV). Alcântara *et al.* (2000), verificaram aos 90 dias após o corte da crotalária maior teor de Mg na profundidade de 5 a 10 cm e maior teor de Ca e Mg nas profundidades de 10 a 20, 40 a 60 e 60 a 80 cm, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho.

O tempo de decomposição, mineralização e liberação de nutrientes por parte da *C. juncea* foi objeto de estudo em diversos trabalhos. Torres *et al.* (2005) observaram que a maior taxa de liberação de N ocorreu 42 dias após a dessecação, enquanto Rodrigues *et al.* (2011) verificaram que 50% do N foi liberado até 33,3 dias após o corte, enquanto que aos 60 dias houve liberação de 69,1% do N.

Na Zona da Mata de Minas Gerais foi avaliada a decomposição da massa e a liberação de nutrientes da *C. juncea* em quatro localidades. Moura *et al.* (2005) e Lima *et al.* (2009b) destacaram que, de maneira geral, apresentaram uma fase inicial de rápida decomposição (cerca de 15 dias) e a liberação de nutrientes até 30 dias seguiu a seguinte ordem: P (-/+ 70%) > N (+/- 50%) > K (+/- 35%) > Ca = Mg (+/- 20%).

Considerando que a fase de maior exigência nutricional por parte do taro ocorre entre 75 e 165 DAP (Puiatti *et al.*, 1992), o corte da crotalária aos 115 DAS (148 DAP do taro) poderá fazer com que ainda ocorra aproveitamento de parte dos nutrientes pelo mesmo, uma vez que foi a época de corte que apresentou os maiores valores médios de N e K.

### **5.3 Temperatura foliar e área foliar específica**

Na avaliação da temperatura das folhas de taro realizada aos 150 DAP (117 DAS da crotalária), o grupo formado pelos tratamentos de corte a partir dos 130 DAS (aqueles em que a crotalária ainda não havia sido cortada) apresentou os menores valores de temperaturas máximas, médias e mínimas, excetuando-se a temperatura média do tratamento em que o corte da crotalária ocorreu aos 160 DAS. Comparados ao controle pelo teste de Dunnett, as temperaturas máxima e média das folhas do tratamento de corte aos 190 DAS e a temperatura mínima das folhas dos tratamentos de corte aos 145 e 190 DAS foram inferiores (Tabela 3).

O consórcio exerceu efeito na temperatura das folhas do taro em que a maioria dos tratamentos em que as plantas encontravam-se sombreadas na época da amostragem

(117 DAS) apresentaram temperaturas foliares inferiores aos tratamentos em que a crotalária já havia sido cortada e ao controle. O tratamento de corte em que foi observada a maior altura das plantas de crotalária (190 DAS) foi o que apresentou os menores valores das temperaturas máxima, mínima e média. Esse mesmo comportamento foi observado por Gondim *et al.* (2007) quando verificaram redução das temperaturas proporcional à intensidade de sombra.

Portanto, o consórcio com crotalária contribuiu para redução da temperatura das folhas de taro, fato que pode ser importante em regiões em que a temperatura ambiente seja excessivamente alta para a cultura.

**Tabela 3.** Temperaturas máxima, mínima e média das folhas de taro e área foliar específica (AFE) avaliadas em plantas de taro aos 150 DAP (117 DAS da crotalária) nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária com a crotalária cortada em diversas épocas em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	Temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ )			AFE $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$
	Máxima	Mínima	Média	
Controle	23,52a	22,60a	22,92a	1,76a
55	25,02a	23,40a	23,85a	1,85a
70	23,97a	22,75a	23,17a	1,80a
85	24,75a	23,20a	23,85a	1,80a
100	25,12a	23,30a	23,95a	1,91a
115	24,22a	22,67a	23,25a	1,86a
130	22,52b	21,17b	21,70b	2,07a
145	21,52b	20,67b*	21,07b	2,02a
160	22,90b	21,87b	22,47a	1,93a
190	21,25b*	20,37b*	20,85b*	2,01a
220	22,22b	21,32b	21,82b	1,93a
CV(%)	4,38	4,21	4,11	9,88
Média	23,36	22,12	22,63	1,90

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Além da parte aérea, a temperatura do solo também pode ser afetada pelo sombreamento. Oliveira *et al.* (2007) verificaram aos 150 DAP do taro que a temperatura do solo foi menor nos tratamentos em que a crotalária não foi podada quando comparado com os demais tratamentos.

Os valores de área foliar específica (AFE) do taro variaram de 1,76 a 2,07  $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ . Apesar de não apresentarem diferença em relação ao controle pelos testes estatísticos a

5%, nos tratamentos de consórcio foram registrados valores de AFE numericamente maiores, evidenciando a maior expansão das folhas devido ao sombreamento (Tabela 3).

Maiores valores de AFE de taro sob restrição de luz, também foi relatado por Oliveira *et al.* (2011), sobretudo dos 180 aos 240 dias após plantio, denotando a produção de folhas mais finas sob baixa luminosidade. Esses resultados assemelham-se aos de Gondim *et al.* (2008), que relatam que o sombreamento promoveu redução da espessura da folha em plantas de taro ‘Japonês’. Expansão da área foliar é comportamento típico e constitui uma resposta fisiológica das plantas sob restrição de luz em que há estímulo à expansão do limbo foliar e alongamento de caule e pecíolo.

#### 5.4 Índice SPAD

Com relação ao índice SPAD, embora na análise de variância tenha ocorrido interação significativa tratamento x época de avaliação (DAP do taro), quando as épocas de avaliação foram analisadas dentro de cada tratamento, não foi possível o ajuste de equações de regressão para nenhum dos tratamentos. Por sua vez, quando os tratamentos foram analisados dentro de cada época de avaliação, apenas nas avaliações realizadas aos 150, 165 e 195 DAP, observou-se diferenças significativas do controle pelo teste de Dunnett, e aos 150, 180 e 195 entre grupos de tratamentos pelo Scott-Knott (Tabela 4).

De um modo geral, pode-se verificar pelos dados da Tabela 4, que nestas épocas de avaliação mesmo que em alguns casos não foi detectada diferença entre tratamentos pelos testes empregados, as plantas de taro daqueles tratamentos em que ainda não havia sido realizado o corte da crotalária apresentavam menores valores de índice SPAD. O clorofilômetro é um equipamento portátil que permite determinar em tempo real a intensidade do verde da folha que, apropriadamente calibrado estima, de forma indireta, os teores de clorofila da folha e, conseqüentemente, o status de N da planta. O valor do índice (índice SPAD) fornecido pelo equipamento é uma medida relativa ao verde da folha (Fontes, 2011). Os menores valores do índice SPAD registrados em folhas sombreadas corrobora com os resultados alcançados por Guimarães *et al.* (2007) os quais verificaram queda no índice SPAD em mudas de *Trema micrantha* com o aumento dos níveis de sombreamento.

Gondim *et al.* (2008) observaram no taro plasticidade anatômica da lâmina foliar quando submetido a diferentes intensidades de sombreamento e que o aumento desse promoveu, principalmente, a redução da espessura da folha e da densidade de estômatos. Redução da espessura da folha foi deduzida no presente trabalho pela avaliação da AFE (Tabela 3), o que pode justificar os menores valores de índice SPAD observados em folhas com maior grau de sombreamento em algumas avaliações.

O acúmulo de massa de matéria fresca e seca nas folhas de taro é crescente até aos 165 DAP (Puiatti *et al.*, 1992); entretanto, neste período as plantas de crotalária cultivadas em consórcio apresentaram alturas elevadas e ainda encontravam-se na fase vegetativa, o que pode ter proporcionado grande competição principalmente por luz. Nas avaliações realizadas aos 180 e 195 DAP, apesar de menores valores médios serem observados em tratamentos em que o taro encontrava-se sombreado, os testes de médias empregados não mostraram diferenças significativas em relação a alguns tratamentos em que a crotalária já havia sido cortada, inclusive o controle. Isso pode ser explicado pelo fato das folhas do taro encontrar-se em estado de senescência; assim, outros fatores podem ter influenciado nos valores do índice SPAD, além do sombreamento. Cabe destacar também que neste período a crotalária já havia atingido a fase reprodutiva, ocorrendo queda de folhas o que pode ter proporcionado menor grau de sombreamento em algumas parcelas.

Plantas de algumas espécies podem apresentar comportamento diferenciado quando submetidas à restrição de luz. Assim, em folhas de braquiária, Oliveira (2008) observou acréscimo de 0,17% nos valores SPAD para cada 1% de aumento do nível de sombreamento. Todavia, segundo Martuscello *et al.* (2009), essa espécie é bastante tolerante ao sombreamento, uma vez que, quando exposta ao nível de 50% de sombreamento, apresentou maior produtividade de que quando exposta ao sol. No caso do taro, tal nível de sombreamento pode provocar diminuição da atividade fotossintética por unidade de área foliar (Gondim *et al.*, 2007).

**Tabela 4.** Valores de Índice SPAD registrados em folhas de taro ao longo do ciclo de cultivo (DAP) nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	Dias após o plantio (DAP) do taro								
	90	105	120	135	150	165	180	195	225
Controle	55,67a	59,90a	58,27a	53,30a	58,42a	58,99a	59,03b	60,12a	59,32a
55	55,08a	60,12a	55,80a	49,41a	58,58a	55,53a	59,78b	55,83b	59,80a
70	53,15a	61,47a	54,52a	53,39a	58,34a	57,36a	63,47a	56,55b	59,51a
85	54,21a	58,57a	56,79a	51,59a	60,72a	57,36a	64,20a	57,70b	53,74a
100	56,82a	59,55a	51,32a	52,08a	58,43a	53,08a	63,53a	59,33a	57,01a
115	57,44a	60,53a	58,18a	55,59a	50,79b*	51,50a	62,61a	61,11a	59,24a
130	57,16a	60,13a	55,37a	50,94a	54,03b	51,80a	58,16b	64,04a	60,28a
145	57,94a	58,82a	59,25a	57,33a	53,56b	54,29a	56,47b	59,23a	64,56a
160	54,43a	57,57a	57,10a	53,41a	50,12b*	49,29a*	58,30b	51,20b*	58,48a
190	53,88a	56,39a	54,73a	52,95a	50,86b*	49,94a*	55,30b	53,86b	57,05a
220	54,05a	56,94a	54,46a	54,76a	50,44b*	52,24a	54,29b	55,96b	53,35a
<b>CV parcela (%)</b>	9,02								
<b>CV sub-parcela (%)</b>	6,26								
<b>Média</b>	55,44	59,09	55,98	53,16	54,93	53,76	59,56	57,72	58,39

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Correlação positiva entre as leituras SPAD e os teores de clorofila em folhas de olerícolas foram observadas em abobrinha (Porto *et al.*, 2011), batata (Coelho *et al.*, 2010) e em tomateiro (Guimarães *et al.*, 1999). Em relação aos teores de clorofila nas folhas, Engel (1989) destaca que, quando expressos em termos de unidade de peso ou volume, as folhas de sombra apresentam maiores concentrações de clorofila; por outro lado, se o conteúdo for expresso em termos de área foliar, as concentrações são menores em folhas de sombra do que em folhas de sol.

### 5.5 Queimadura de folhas

Na avaliação da incidência de queimadura em folhas de taro realizada aos 130 DAS da crotalária (163 DAP do taro), obteve-se dois grupos de médias (Scott-Knott): um em que as plantas de crotalária já haviam sido cortadas (incluindo o controle e o tratamento de corte aos 130 DAS), com maiores danos foliares, e o grupo com as plantas de crotalária ainda por cortar (145 DAS em diante), que foram inferiores diferindo (Dunnett) do controle (Tabela 5).

**Tabela 5.** Incidência de queimadura em folhas de taro aos 130 DAS da crotalária (163 DAP do taro) nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	Notas
<b>Controle</b>	3,25a
<b>55</b>	3,25a
<b>70</b>	3,00a
<b>85</b>	3,75a
<b>100</b>	3,00a
<b>115</b>	3,25a
<b>130</b>	3,75a
<b>145</b>	1,00 b*
<b>160</b>	1,00 b*
<b>190</b>	1,25 b*
<b>220</b>	1,25 b*
<b>CV(%)</b>	39,28
<b>Média</b>	2,48

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; e médias seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A crotalária diminuiu a incidência de queimadura nas folhas de taro a partir dos 178 DAP. Vale ressaltar que a avaliação ocorreu no período de maior acúmulo de nutrientes nas folhas (Puiatti *et al.*, 1992) e que as plantas de crotalária apresentavam altura superior a 3,0 m proporcionando alto grau de sombreamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2007) que verificaram que o cultivo do taro consorciado com *C. juncea*, de forma intercalar reduziu a intensidade da queima foliar causada pela radiação solar no município de Magé - RJ. Em outro trabalho, realizado em Nova Friburgo – RJ, Oliveira *et al.* (2004) observaram que até o quinto mês do ciclo da cultura a redução da queimadura foliar foi de 100%, e que no oitavo mês o sombreamento continuava protegendo as plantas, porém com menor grau de eficiência.

Imediatamente após o corte da crotalária pode ocorrer aumento da incidência da queimadura, uma vez que o sombreamento é suprimido de forma abrupta e as folhas de taro, sensíveis à radiação solar por terem crescido sombreadas, ficam expostas à radiação solar plena. Isso foi observado no consórcio taro e milho verde após a retirada das plantas de milho (Puiatti *et al.*, 2000) e em plantas de taro submetidas ao sombreamento na fase inicial após a retirada das malhas Sombrite® com 18, 30 e 50% de sombreamento, levando à diminuição da área foliar (Gondim *et al.*, 2007).

Necrose de folhas do taro são observadas em regiões tropicais no período de verão (Puiatti *et al.*, 2000; Oliveira, 2004) e são devidas à fotoxidação da clorofila causada pelo excesso de radiação incidente (Taiz & Zeiger, 1998). Essas lesões podem levar à perda da área foliar (Gondim *et al.*, 2007) e perda de produtividade. No taro, os açúcares solúveis (principalmente os redutores) sintetizados no limbo foliar são translocados para os rizomas passando antes por um “armazenamento temporário” no pecíolo (Hashad *et al.*, 1956). Assim, qualquer alteração morfofisiológica na parte aérea poderá afetar a síntese, a quantidade e a velocidade de translocação dos açúcares, repercutindo no crescimento dos rizomas e a produtividade da cultura.

Em condições com elevadas radiações solares, o consórcio taro e crotalária poderá reduzir a incidência de queimadura foliar sem causar restrição excessiva de luz ao taro e, conseqüentemente, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento dos rizomas.

## 5.6 Produção do taro

Na colheita do taro, as médias das características massa de matéria fresca da parte aérea, produtividade de rizomas mãe, produtividade e número por planta de rizomas filhos médio, pequeno, refugo e número por planta de rizomas total, não apresentaram diferença entre si nem quando comparadas com o controle (Tabela 6). Contudo, referente às produtividades de rizomas filho comercial, rizomas filho total, produção total e número de filhos comerciais/planta, formaram-se dois grupos de médias (Scott-Knott) em que o grupo de tratamentos no qual o corte da crotalária foi realizado a partir dos 145 DAS apresentou produção inferior ao grupo formado pelos demais tratamentos. Para essas características mesmo comportamento foi observado quando as médias de cada tratamento foi comparada ao controle pelo teste de Dunnett (Tabela 6).

Em relação a produção de rizomas filho grande, as médias do grupo de tratamentos em que a crotalária foi cortada a partir dos 145 DAS, mais os tratamentos de corte aos 55 e 115 DAS, apresentaram-se inferiores ao grupo dos demais tratamentos; entretanto, comparados com o controle, apenas os tratamentos de corte aos 160 e 220 DAS apresentaram-se inferiores. No tocante ao número de rizomas filho grande por planta, formaram-se dois grupos em que as médias do grupo de tratamentos de corte da crotalária aos 85, 115, 145, 160 e 220 DAS apresentaram-se inferiores ao grupo dos demais tratamentos; porém, comparada ao controle, nenhum dos tratamentos de corte da crotalária apresentou-se inferior (Tabela 6).

O consórcio taro e crotalária não afetou a produtividade de rizomas mãe pelos testes estatísticos utilizados a 5% de probabilidade. Oliveira *et al.* (2007) também não verificaram alterações na produtividade de rizomas mãe quando a crotalária foi consorciada permanentemente com o taro, nem quando foi podada a meia altura aos 120 dias após semeadura, sendo cultivada de forma intercalar com o taro.

De modo geral, a produtividade de rizomas filho grande teve o mesmo padrão de comportamento de rizomas filhos comerciais, totais e produção total de rizomas em que os tratamentos nos quais as plantas de taro estiveram consorciadas por um período prolongado (corte a partir dos 145 DAS), apresentaram menores valores diferindo, inclusive, do controle. Silva *et al.* (2006) também verificaram queda da produtividade de rizomas das classes de maiores diâmetros quando cultivou a crotalária em linhas duplas espaçadas de 0,5 m entre as filas de taro.

No referido trabalho a crotalária foi semeada 90 DAP do taro e o corte ocorreu aos 60 DAS quando as plantas atingiam em média 2,50 m de altura. A queda da produtividade de rizomas da classe de maior diâmetro é prejudicial, uma vez que é a que apresenta maior valor comercial.

Queda em massa e número de rizomas comerciais por planta também foi relatado por Oliveira *et al.* (2007) quando a crotalária não foi cortada. Entretanto, Oliveira *et al.* (2004) não registraram queda na produtividade de rizomas comerciais quando essa leguminosa foi semeada 60 DAP do taro e mantida consorciada com o taro. Também Silva *et al.* (2006) não verificaram efeito sobre os rizomas filho comerciais quando a crotalaria não foi cortada.

Apesar das quantidades de nutrientes veiculados pelos cortes da crotalária realizados a partir dos 100 DAS (Tabela 1), e dos incrementos dos teores de matéria orgânica e de Ca e de Mg no solo observados aos 180 DAP do taro (Tabela 2), tratamentos de corte da crotalária realizados a partir dos 145 DAS resultaram em menores produtividades de rizomas filho comerciais, filhos totais e produção total de rizomas (Tabela 6).

A massa da crotalária obtida dos cortes realizados a partir de 145 DAS também apresentaram elevadas quantidades de todos os nutrientes avaliados, com destaque para o corte realizado aos 160 DAS (tabela 1). Entretanto, esses nutrientes, se disponibilizados, não foram aproveitados pelo taro, uma vez que neste período ocorre o processo de senescência foliar e de raízes do taro, com a translocação de fotoassimilados do limbo foliar e do pecíolo para as estruturas de reserva das plantas (rizomas), principalmente rizomas filhos que começam a ser formados neste estágio de desenvolvimento (Puiatti *et al.*, 1992).

**Tabela 6.** Produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) e em número por planta ( $N^{\circ}/pl$ ) de massa de matéria fresca da parte aérea (MF), de rizomas mãe (RM) e de rizomas filhos grande (FG), médio (FM), pequeno (FP), refugio (FR), comercial (FC) e total (PFT) e produção total (PT) de rizomas de taro ‘Japonês’ nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	MF	RM	FG		FM		FP		FR		FC		PFT		PT
	$t\ ha^{-1}$	$t\ ha^{-1}$	$t\ ha^{-1}$	$N^{\circ}pl$	$t\ ha^{-1}$										
Controle	6,25a	31,21a	15,69a	2,71a	16,79a	5,62a	10,04a	5,33a	4,56a	5,58a	42,53a	13,67a	47,10a	19,25a	78,31a
55	3,36a	25,33a	11,77b	2,29a	14,85a	4,92a	8,39a	4,54a	5,51a	6,62a	35,44a	11,75a	40,95a	18,37a	66,28a
70	5,34a	26,32a	18,05a	3,63a	12,64a	4,29a	10,55a	5,79a	4,99a	7,08a	41,24a	13,71a	46,22a	20,79a	72,61a
85	4,48a	28,53a	13,21a	1,58b	12,15a	3,17a	9,52a	4,46a	4,13a	5,21a	34,89a	9,21b*	39,02a	14,42a	67,56a
100	2,56a	24,71a	16,21a	2,58a	11,78a	3,92a	9,19a	4,91a	3,64a	5,25a	37,18a	11,42a	40,83a	16,67a	65,54a
115	5,03a	23,99a	10,80b	1,75b	11,82a	3,79a	10,04a	5,04a	6,43a	7,33a	32,66a	10,58b	40,00a	17,91a	63,09a
130	4,01a	24,09a	15,76a	3,00a	11,70a	4,41a	6,35a	4,17a	3,38a	5,54a	33,95a	12,00a	37,33a	17,54a	61,28a
145	8,06a	20,96a	7,64b	1,42b	9,26a	3,42a	7,01a	4,58a	4,00a	5,83a	23,91b*	9,00b*	27,91b*	14,83a	48,87b*
160	6,59a	20,96a	6,87b*	1,21b	10,92a	3,79a	6,71a	3,37a	4,79a	5,54a	24,51b*	8,37b*	29,30 b*	13,92a	50,26b*
190	5,72a	19,24a	8,47b	2,17a	7,58a	2,79a	7,72a	3,96a	5,66a	6,75a	23,80 b*	8,92b*	29,32 b*	15,67a	48,67b*
220	4,66a	18,18a	6,57b*	1,42b	10,04a	3,75a	7,40a	4,16a	4,45a	5,83a	24,01 b*	9,33b*	28,46 b*	15,16a	46,56b*
CV(%)	51,69	23,30	35,61	44,24	32,21	34,39	27,89	20,77	43,91	39,10	17,35	19,12	15,82	20,01	17,03
Média	5,10	23,96	11,91	2,16	11,78	3,99	8,45	4,58	4,69	6,05	32,19	10,72	36,87	16,78	60,82

Médias, nas colunas, seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

As menores produtividades de rizomas filhos comerciais, filhos totais e produção total nos cortes realizadas a partir dos 145DAS (Tabela 6) podem ser atribuídos, além da ausência de sincronia para absorção dos nutrientes disponibilizados pela massa cortada de crotalária, a competição ocorrida por fatores de crescimento, principalmente a luz. Portanto, o efeito do consórcio sobre a produção de rizomas filho pode estar associado, além de outros fatores, com a intensidade do sombreamento.

Apesar de após o corte da crotalária aos 130 DAS (163 DAP do taro) as plantas de taro que ainda encontravam-se sombreadas (corte da crotalária a partir dos 145 DAS) apresentarem menor incidência de queimaduras foliares (tabela 5), esse benefício não impediu que, nesses tratamentos, a produtividade de rizomas filho comerciais fosse prejudicada (Tabela 6). Provavelmente a restrição de luz causada pelo sombreamento imposto ao taro pode ter sido excessiva e/ou a radiação solar ter sido deficiente em razão da nebulosidade elevada que, normalmente, é observada na região de Viçosa devido a influência da Mata Atlântica.

Em condições de acentuada restrição luminosa (50 e 75% de restrição de luz) plantas de taro ‘Chinês’ inicialmente investem no crescimento da parte aérea e na expansão da área foliar, em detrimento da produção de rizomas filho (Oliveira *et al.*, 2011). Todavia, esses autores relatam maior acúmulo de matéria seca nos rizomas filho sob 25% de sombreamento, o que vislumbra a possibilidade de sucesso da associação da cultura do taro com espécies mais altas que promovam até esse grau de sombreamento.

Sob condições de moderada restrição luminosa (18%) com sombreamento artificial, Gondim *et al.* (2007) verificaram que as plantas de taro não modificaram os padrões de crescimento e de acumulação de nutrientes, indicando que a cultura do taro pode ser associada a cultivos consorciados que promovam um moderado sombreamento.

Portanto, considerando o uso da crotalária em consórcio com o taro, como forma de fornecer nutrientes para o solo sem afetar de forma significativa a produtividade de rizomas comerciais, filhos totais e produtividade total, o corte até aos 130 DAS parece ser o período mais adequado. Nesse período, a crotalária veicula elevadas quantidades de massa e de macro e micronutrientes, podendo haver sincronia entre o período de liberação de nutrientes por parte da crotalária com o período de maior absorção de nutrientes por parte do taro, sem afetar a produtividade de rizomas filho comerciais, e os

resíduos que permanecerão no solo poderão servir de fonte de nutrientes para cultivos subsequentes.

### **5.7 Exportação de nutrientes pelos rizomas de taro**

As quantidades de nutrientes exportadas pelos rizomas de taro foram elevadas, principalmente de N e K, que variou de 161,61 a 276,67 e de 240,23 a 418,74 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 7).

De maneira geral, numericamente, maiores valores exportados pelos rizomas, para quase todos os nutrientes, foram registrados no controle, sendo observado efeito significativo para P, Mg, Mn e Cu. Além do tratamento controle, o corte da crotalária aos 145 DAS proporcionou maiores valores para o Ca e o Zn, e os cortes aos 55, 85 e 115 DAS os maiores valores de B. Para Fe e S os tratamentos de corte aos 85 e 100 DAS, respectivamente, não apresentaram diferença significativa quando comparado ao controle (Dunnnett).

Com relação ao K, os cortes a partir dos 130 DAS proporcionaram menores valores exportados pelos rizomas, comparados às demais épocas de corte (Schott-Knott), sendo que os tratamentos de corte a partir dos 145 DAS foram inferiores ao controle (Dunnnett). Já para N, os cortes da crotalária aos 190 e 220 DAS proporcionaram menores valores exportados pelos rizomas, comparado ao controle (Dunnnett), porém sem diferir do corte aos 55 DAS pelo Scott-Knott (Tabela 7).

As maiores quantidades de nutrientes exportados pelos rizomas no monocultivo do taro pode ser devido, além da maior produtividade de rizomas, ao fato de os rizomas de taro desse tratamento apresentarem maior teor de massa de matéria seca. No presente trabalho, os teores de massa de matéria seca nos rizomas variaram de 23,45 a 31,83% no tratamento em que o corte da crotalária foi realizado aos 220 DAS e no monocultivo do taro, respectivamente. Gondim *et al.* (2007) também verificaram que maiores restrições de luz foram desfavoráveis ao acúmulo de matéria seca nos rizomas filho.

Queda na produção de matéria seca de raízes tuberosas de rabanete também foi observada com níveis de 50% de sombreamento (Souza *et al.*, 1999). No taro ‘Japonês’ cultivado no Rio de Janeiro, a intensidade de sombreamento de 75% retardou a formação de rizomas filho e reduziu o número de rizomas produzidos por planta (Oliveira *et al.*, 2011). Redução na produção de rizomas filho, cv. Trinidad, também foi

observada sob estresses de luz e hídrico (Caesar, 1980). Redução no acúmulo de matéria seca, causado por restrição de luz, também foi observado em tubérculos de batata (*Solanum tuberosum*) (Gawronska & Dwelle, 1989) e de raízes tuberosas de cenoura (Hole & Dearman, 1990).

O taro 'Japonês' exporta pelos seus rizomas, em média, as seguintes quantidades de macronutrientes: 192, 50, 443, 56, 24 e 391 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (Puiatti *et al.*, 1992). Quantidades superiores a essas foram exportadas no presente trabalho para N, P e Mg. No caso do N, apenas os valores dos tratamentos com consorciação por 190 dias ou mais foram significativamente inferiores ao tratamento de monocultivo. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato que no consórcio a competição x benefício muda com o tempo. As elevadas quantidades exportadas de Ca e Zn por ocasião do corte realizado aos 145 DAS pode ter ocorrido por erro ou contaminação amostral, uma vez que a produção total em massa de rizomas deste tratamento foi inferior a outros tratamentos (Tabela 6) e a quantidade, principalmente de Ca presente na massa cortada de crotalária não foi tão elevada (Tabela 1).

A associação do taro com leguminosas, como as crotalárias, poderá suprir parte dos nutrientes exportados pelo taro permitindo manter a fertilidade do solo mesmo após a realização da colheita. Grande parte do N presente na massa da *C. juncea* é obtido também pela fixação biológica. Esse material, juntamente com a ciclagem de nutrientes do solo, irão fornecer nutrientes para o cultivo subsequente ou para a própria cultura do taro. Entretanto há de se levar em consideração que esses nutrientes não estarão integralmente disponíveis para a cultura associada com a leguminosa e muitas das vezes nem para culturas subsequentes, uma vez que após à mineralização parte do N pode ser perdido por lixiviação ou volatilização, ou pela imobilização microbiana e parte do nutriente fazer parte da matéria orgânica do solo. Assim, o adequado manejo da massa da leguminosa é fundamental para uma maior disponibilidade destes nutrientes às plantas.

**Tabela 7.** Quantidades de macro e de micronutrientes exportados pelos rizomas da cultura de taro nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	276,67a	107,17a	418,74a	29,91a	42,37a	22,43a	1.545,36a	1.819,54a	1.096,71a	199,40a	201,89a
55	193,87b	54,35 c*	392,72a	14,03 b*	26,30 b*	14,07 c*	438,31 b*	753,89c*	245,45d*	122,72b*	182,34a
70	289,21a	79,43b*	439,92a	14,25 b*	30,55 b*	16,29b*	529,54 b*	1.405,33b*	366,61 c*	142,57b*	142,57b*
85	232,68a	66,98 b*	408,95a	12,34 b*	28,20 b*	17,63b	405,42 b*	1.427,79b*	193,89d*	141,01b*	162,17a
100	259,49a	65,79 b*	343,55a	14,62 b*	23,75 b*	16,50b*	511,67 b*	1.480,19b	219,29d*	127,91 b*	107,82 b*
115	231,78a	62,88 b*	344,97a	16,17 b*	25,15 b*	16,17b*	431,21 b*	916,33 c*	269,51d*	125,77 b*	186,86a
130	246,71a	57,05 c*	308,38b	7,71 b*	21,58 b*	15,42b*	647,61 b*	1.141,03 c*	277,57d*	123,35 b*	141,86b*
145	229,54a	73,34 b*	287,95b*	35,13a	24,45 b*	13,58 c*	1.385,40a	801,36 c*	502,55 b*	135,82 b*	124,96 b*
160	230,42a	64,57 b*	264,18 b*	17,61 b*	22,01 b*	14,67c*	792,54 b*	924,63 c*	366,92 c*	132,09 b*	118,88 b*
190	179,32 b*	52,30 c*	274,95 b*	11,95 b*	19,42 b*	11,95c*	567,84 b*	881,65 c*	283,92 d*	104,60 b*	88,16 b*
220	161,61 b*	45,86 c*	240,23 b*	8,73 b*	18,56 b*	9,83c*	754,74 b*	829,88 c*	229,31 d*	109,19 b*	100,46 b*
<b>CV(%)</b>	18,2	19,37	17,53	29,93	18,41	17,64	27,78	16,04	22,98	18,87	18,37
<b>Média</b>	230,12	66,34	338,60	16,59	25,67	15,32	728,15	1.125,60	368,34	133,13	141,63

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## **5.8 Efeito residual do consórcio taro e crotalária**

Em relação à análise química realizada no pré-plantio do taro e na análise de amostras de solo realizada na colheita do taro pode-se observar que ocorreram pequenos aumentos nos teores de matéria orgânica, Ca e Mg. De maneira geral, os valores de pH permaneceram inalterados, os de P tiveram decréscimos nos tratamentos de corte aos 100 e 130 DAS e os de K decresceram grandemente, com exceção nos tratamentos de corte aos 55 e dos 130 aos 190 DAS (Tabela 8).

Nesse caso, pode ter ocorrido dois fenômenos não mutuamente exclusivos: primeiro, nos tratamentos de corte realizados mais precocemente, parte da matéria orgânica, provavelmente, já teria sido mineralizada e os nutrientes absorvidos pelas plantas de taro e retornados pela senescência natural da parte aérea (limbo e, principalmente, pecíolo) e das raízes. No segundo caso, tratamentos com cortes da crotalária realizados mais tardiamente, o material vegetal já se encontrava mais lignificado quando cortado, além de não ter encontrado condições de umidade de solo adequada para sua decomposição, uma vez que dos 180 DAP até a colheita ocorreu diminuição das precipitações pluviais, além do decréscimo da temperatura por já estar se aproximando o outono.

A primeira hipótese é suportada também pelo fato de, exceto para o K, ter ocorrido aumento de matéria orgânica, P, Ca e de Mg no tratamento controle, fato que evidencia certa capacidade da planta de taro promover a remobilização de nutrientes do solo. Embora o solo tenha valores de fertilidade relativamente bons quando da instalação do experimento, os maiores valores de produção de rizomas obtidos no controle reforça essa hipótese.

**Tabela 8.** Valor do pH e de teores de matéria orgânica (MO) e dos macronutrientes P, K, Ca e Mg obtidos de análises de amostras de solo realizadas no pré-plantio do taro (PP) e por ocasião da colheita do taro (CT) nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	pH (H <sub>2</sub> O)		MO (dag kg <sup>-1</sup> )		P (mg dm <sup>-3</sup> )		K (mg dm <sup>-3</sup> )		Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	
	PP*	CT**	PP*	CT**	PP*	CT**	PP*	CT**	PP*	CT**	PP*	CT**
Controle	5,6	5,7	2,7	3,3	57,9	75,3	76	42	2,8	3,8	0,5	0,7
55	5,6	5,7	2,7	4,3	57,9	61,1	76	87	2,8	4,8	0,5	0,9
70	5,6	5,7	2,7	3,5	57,9	58,8	76	39	2,8	3,9	0,5	0,7
85	5,6	5,6	2,7	3,9	57,9	68,0	76	47	2,8	4,6	0,5	0,8
100	5,6	5,6	2,7	3,6	57,9	36,0	76	46	2,8	3,9	0,5	0,8
115	5,6	5,7	2,7	3,9	57,9	50,1	76	48	2,8	4,7	0,5	1,0
130	5,6	5,7	2,7	3,5	57,9	28,5	76	69	2,8	4,2	0,5	0,9
145	5,6	5,7	2,7	3,7	57,9	63,3	76	75	2,8	4,4	0,5	0,8
160	5,6	5,6	2,7	4,1	57,9	58,8	76	78	2,8	5,0	0,5	0,9
190	5,6	5,6	2,7	3,7	57,9	58,8	76	76	2,8	4,2	0,5	0,8
220	5,6	5,6	2,7	3,6	57,9	63,3	76	41	2,8	4,2	0,5	0,8

\* Análise química do solo composta de 20 amostras simples retiradas, aleatoriamente, na área experimental. \*\* Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples, sendo coletadas duas amostras simples, na área útil de cada unidade experimental, de cada tratamento.

## 5.9 Indicadores agroeconômicos

Em relação aos indicadores agroeconômicos, quando os consórcios foram comparados com o tratamento controle (Dunnett), o corte da crotalária realizado a partir dos 145 DAS afetou a UET, RB, RL, TR e IL (Tabela 9). Quando os tratamentos foram comparados entre si formaram-se dois agrupamentos (Scott-Knott) para RB, RL, TR e IL em que o grupo de tratamentos em que o corte da crotalária ocorreu a partir dos 145 DAS apresentou médias inferiores aos demais.

Já para UET formaram-se três grupos (Scott-Knott) em que as maiores médias foram observadas no tratamento controle (haja vista que o valor da crotalária não foi considerado) e no corte da crotalária aos 70 DAS, seguido do grupo formado pelos tratamentos de corte aos 55, 85, 100, 115 e 130 DAS com valores intermediários e, por último, do grupo formado pelos tratamentos de corte a partir dos 145 DAS (Tabela 9).

Os menores valores dos indicadores agroeconômicos observados a partir do corte realizado aos 145 DAS ocorreu, possivelmente, pela diminuição da produtividade de rizomas filho comerciais causada pelo corte da crotalária realizada mais tardiamente (Tabela 6).

Em todos os tratamentos de consórcio, o UET foi mais baixo que 1,0. Do ponto de vista agrônomo e pragmático, assume-se que duas culturas são adequadas para serem consorciadas se o UET for maior que 1,0 (Santos, 1998). Entretanto, diferentemente dos outros consórcios, nesse experimento a cultura consorciada com o taro (crotalária) foi considerada sem valor de comercialização. Assim, para a interpretação desses indicadores, consideramos o melhor sistema de consorciação aquele que proporcionou maior índice, apesar de não ser maior que a unidade.

Portanto, de acordo com os indicadores agroeconômicos, os sistemas de consorciação em que o corte da crotalária foi realizada até aos 130 DAS, não apresentaram diferença significativa quando comparado com a unidade; porém, quando os tratamentos foram comparados entre si, o tratamento de corte aos 70 DAS não diferiu da unidade superior (controle), indicando que, possivelmente, seja a melhor época de corte da leguminosa usada em consórcio com o taro quando se objetiva uma maior eficiência no uso da terra.

Contudo, somente o UET não é suficiente para tomada de decisão se o consórcio é vantajoso, pois os indicadores de renda é que irão definir ou não a viabilidade. Assim, os valores de RB, RL, TR e IL não foram afetados quando a crotalária foi cortada até aos 130 DAS, mostrando que até esse período a leguminosa poderá permanecer associada à cultura do taro sem que haja queda na rentabilidade econômica.

**Tabela 9.** Indicadores agroeconômicos: índice de uso eficiente da terra modificado (UET); renda bruta (RB); renda líquida (RL); vantagem monetária (VM); vantagem monetária corrigida (VM<sub>C</sub>); taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da cultura do taro nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	UET	R\$ ha <sup>-1</sup>				TR R\$/ R\$	IL (%)
		Renda Bruta	Renda líquida	VM	VM <sub>C</sub>		
Controle	1,00a	50.122,10a	36.062,82a	0,00	0,00	3,56a	71,83a
55	0,83b	41.179,43a	28.198,58a	-5.871,73	-3.810,97	3,15a	67,81a
70	0,96a	48.817,90a	34.795,65a	-990,20	-568,82	3,47a	71,00a
85	0,78b	41.138,52a	28.109,67a	-8.953,20	-6.096,67	3,15a	68,14a
100	0,87b	44.009,40a	30.566,04a	-5.493,17	-3.794,28	3,27a	69,40a
115	0,77b	38.396,23a	25.746,94a	-8.638,09	-5.738,79	3,02a	66,87a
130	0,80b	40.105,07a	27.093,69a	-7.850,27	-5.270,29	3,08a	67,45a
145	0,56c*	28.083,99 b*	16.647,37 b*	-9.430,83	-4.757,87	2,36b*	53,52b*
160	0,57c*	28.714,68 b*	17.238,77 b*	-11.875,74	-7.024,40	2,48b*	59,40b*
190	0,56c*	27.993,07 b*	16.535,91 b*	-12.235,90	-7.187,27	2,44b*	58,80b*
220	0,56c*	28.112,46 b*	16.712,11 b*	-11.826,23	-6.993,90	2,45b*	58,57b*
CV (%)	16,64	17,67	23,29			12,24	8,88
Média	0,75	37.879,35	25.246,14	- 7.560,49	- 4.649,39	2,95	64,80

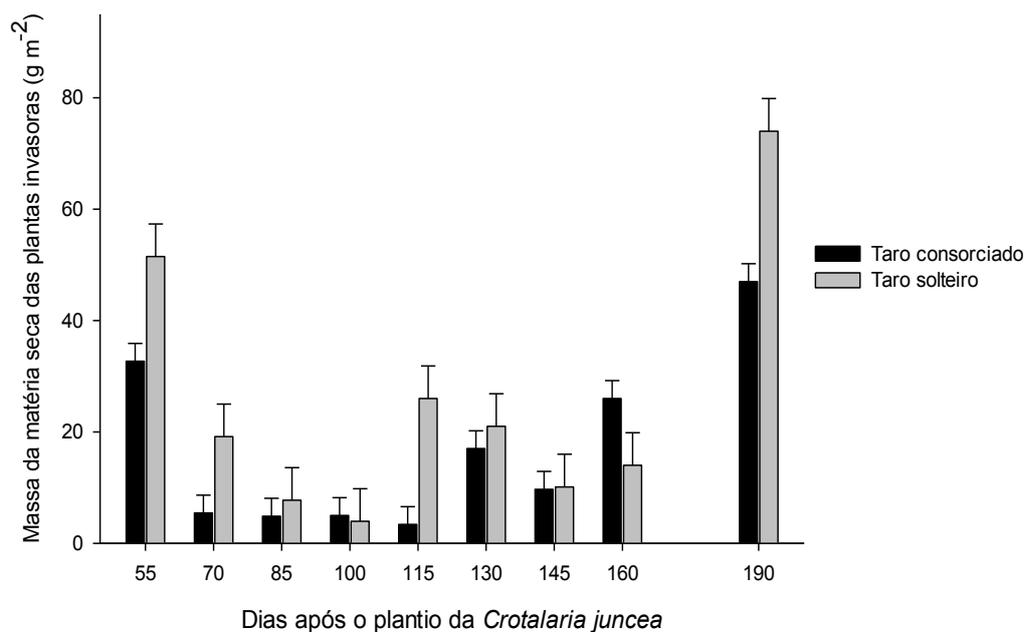
Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## 5.10 Avaliação de plantas invasoras

Nas avaliações da incidência de plantas invasoras, em cada época de corte da crotalária, apenas no tratamento em que a crotalária foi cortada aos 160 DAS, o valor de massa de matéria seca foi superior ao do tratamento de monocultivo do taro (Figura 3). Esses resultados demonstram que a crotalária tem capacidade em suprimir as plantas invasoras.

Trabalhos como de Oliveira *et al.* (2004) corroboram com os resultados alcançados, os quais 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 capinas. Castro *et al.* (2005) observaram que a *C. juncea* consorciada com a berinjela aos 41 dias após semeadura apresentou maior capacidade de restringir o estabelecimento das plantas invasoras, comparada com o consórcio berinjela e caupi e da berinjela em monocultivo. A importância do uso da crotalária no controle das plantas invasoras é de que a mão de obra utilizada com capinas representa aproximadamente 25% da mão de obra total gasta na produção do taro (Heredia Zarate *et al.*, 2012). Avaliando os custos na produção de taro cultivado nos sistemas orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo, Souza & Garcia (2013) verificaram que a mão de obra representou aproximadamente 36 e 33% respectivamente, do custo de produção.

Nos tratamentos de corte aos 55 e 190 DAS os valores da massa de matéria seca foram mais elevadas que as demais datas de corte (Figura 3). A época que vai da emergência das plantas até o 3<sup>o</sup> mês após o plantio é o período em que o taro sofre maior concorrência com as plantas invasoras devido ao seu crescimento inicial lento; posteriormente, a partir do 6<sup>o</sup> mês, a planta reduz a taxa de crescimento da parte aérea favorecendo a re-infestação da área pelas plantas invasoras (Puiatti, 2002). No período entre o 3<sup>o</sup> e o 5<sup>o</sup> mês houve aumento da altura das plantas de taro (Figura 1) chegando a cobrir totalmente o solo impedindo o desenvolvimento das plantas invasoras devido à restrição de luz.



**Figura 3.** Massa de matéria seca de plantas invasoras coletadas nos tratamentos monocultivo do taro (taro solteiro) e consórcio taro e *Crotalaria juncea* em cada época de corte da leguminosa. \*Dados correspondem a soma da massa de matéria seca das quatro repetições dos dois tratamentos avaliados em cada época de corte.

A composição da comunidade de plantas invasoras na área experimental foi heterogênea, ocorrendo 22 espécies, distribuídas em 14 famílias. A família com maior ocorrência foi a compositae, com seis espécies, seguida por gramineae, solanaceae, fabaceae e euphorbiaceae com duas espécies cada (Tabela 10).

A grande maioria das espécies registradas nesse trabalho também foram observadas em outros trabalhos desenvolvidos na área da UFV, avaliando a interferência das plantas invasoras sobre a produtividade da mandioca (Albuquerque *et al.*, 2008) e no cultivo de bromélias (Rodrigues *et al.*, 2007).

**Tabela 10.** Nomes comum e científico e famílias botânicas das 22 espécies de plantas invasoras registradas na área de cultivo durante o consórcio taro e *Crotalaria juncea*

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>
Picão preto	<i>Bidens pilosa</i>	Compositae
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae
Capim pé de galinha	<i>Eleusine indica</i>	Gramineae
Mastruço	<i>Coronopus didymus</i>	Cruciferae
Mentrasto	<i>Ageratum conizoides</i>	Compositae
Serralha	<i>Sonchus oleraceus</i>	Compositae
Trevo	<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae
Botão de ouro	<i>Galinsoga parviflora</i>	Compositae
Losna do campo	<i>Ambrosia elatior</i>	Compositae
Joá de capote	<i>Nicandra physaloides</i>	Solanaceae
Caruru branco	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
Trapoeira	<i>Commelina benghalensis</i>	Commeliaceae
<i>Crotalaria spectabilis</i>	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth	Fabaceae
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i>	Fabaceae
Erva de Santa Luzia	<i>Chamaesyce hirta</i> L.	Euphorbiaceae
Corde de viola	<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae
Quebra pedra	<i>Phyllanthus tenellus roxbi</i> L.	Euphorbiaceae
Brachiaria	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Poaceae
Capim colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>	Gramineae
Falsa serralha	<i>Emília sonchifolia</i>	Compositae
Erva moura	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae
Samambaia	<i>Pteridium aquilinum</i>	Polypodiaceae

Em relação à frequência com que as espécies se manifestaram na área experimental, tanto no monocultivo do taro quanto no consórcio taro e crotalária, destacaram-se o trevo (*Oxalis corniculata*), mentrasto (*Ageratum conizoides*) e tiririca (*Cyperus rotundus*). No sistema de monocultivo essas espécies apareceram em 88,89%, 77,78% e 66,67% das observações respectivamente, enquanto no consórcio apareceram em 71,78%, 75% e 50%, respectivamente (Tabela 11).

**Tabela 11.** Frequência das espécies de plantas invasoras registradas durante o cultivo no controle (monocultivo do taro) e no consórcio taro e crotalária

Espécies *	Monocultivo (%)	Consórcio (%)
Picão preto	36,11	38,99
Tiririca	66,67	50,00
Capim pé-de-galinha	33,33	44,44
Mastruço	13,89	25,00
Mentrasto	77,78	75,00
Serralha	19,44	27,78
Trevo	88,89	71,78
Botão de ouro	44,44	41,67
Caruru branco	16,67	13,89
Losna do campo	47,22	30,55
Crotalaria spectabilis	–	2,78
Mucuna preta	5,56	5,56
Joá de capote	8,33	8,33
Erva de Santa Luzia	22,22	16,67
Brachiária	–	5,56
Corda de viola	–	8,33
Quebra pedra	13,89	22,22
Capim colchão	–	2,78
Erva moura	13,89	11,11
Falsa serralha	2,78	2,78
Trapoeiraba	11,11	–
Samambaia	2,78	–

\* Dados de 36 observações obtidas de nove avaliações do monocultivo do taro, com quatro repetições e nove avaliações no consórcio taro e crotalária, sendo que cada uma delas foi realizada apenas no tratamento onde a crotalária foi cortada, com quatro repetições.

As espécies tiririca (*Cyperus rotundus*) e mentrasto (*Ageratum conyzoides*) também apresentaram elevado grau de ocorrência no cultivo da mandioca em área experimental da UFV (Albuquerque *et al.*, 2008), enquanto tiririca (*Cyperus rotundus*) e trevo (*Oxalis corniculata*) foram espécies potencialmente críticas em vasos com bromélias também na UFV (Rodrigues *et al.*, 2007).

Algumas das espécies de plantas invasoras que ocorre no cultivo do taro podem ser consideradas como problemas local ou regional, pois cada região tem sua peculiaridade quanto à vegetação espontânea predominante, ainda que haja muitas delas em comum nas regiões produtoras de taro no Brasil.

A maioria das espécies infestantes manifestaram-se nos dois sistemas de cultivo. Crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf), corda de viola (*Ipomoea purpurea*) e capim colchão (*Digitaria horizontalis*),

manifestaram-se apenas no sistema consorciado, porém, com baixas frequências. Por outro lado, trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e samambaia (*Pteridium aquilinum*) manifestaram-se apenas no monocultivo, também com baixas frequências, o que demonstra que, provavelmente, não são espécies que encontraram maior capacidade de desenvolvimento em determinado sistema.

Na média geral, o monocultivo apresentou maior densidade de plantas invasoras que o sistema consorciado. Diferenças mais expressivas foram verificadas para as espécies capim-pé-galinha (*Eleusine indica*), botão de ouro (*Galinsoga parviflora*), losna do campo (*Ambrosia elatior*) e erva de santa Luzia (*Chamaesyce hirta*), em que os valores de densidades médias apresentadas no monocultivo foram superiores a 100%, comparados ao sistema consorciado (Tabela 12).

As densidades das espécies apresentaram comportamento diferenciado de acordo com as épocas de corte. Picão preto (*Bidens pilosa*) apresentou maior densidade por ocasião dos cortes realizados aos 55 e 190 DAS; botão de ouro (*Galinsoga parviflora*) e tiririca (*Cyperus rotundus*) no corte aos 55 DAS; capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e losna-do-campo (*Ambrosia elatior*), nos últimos cortes; mentrasto (*Ageratum conizoides*) esteve presente em todas as épocas de corte, porém, com menor densidade nos de 115 a 145 DAS e o trevo (*Oxalis corniculata*) também esteve presente em todas as épocas de corte, com maior densidade nas últimas épocas (Tabela 12).

A maior densidade que algumas espécies de plantas invasoras apresentaram no monocultivo pode ser devido ao fato de serem intolerantes ao sombreamento, já que no consórcio o sombreamento foi maior. A Erva de Santa Luzia (*Chamaesyce hirta*), por exemplo, apresentou no monocultivo do taro densidade superior a sete vezes ao verificado no consórcio. Segundo Karam (2007), essa espécie ocorre principalmente em locais que tenha pouca vegetação. Esse comportamento também refletiu nos períodos em que determinadas espécies apresentaram maiores ou menores densidades.

No caso da tiririca (*Cyperus rotundus*), por exemplo, maiores densidades foram verificadas até, aproximadamente, 90 DAP do taro; a partir daí ocorreu diminuição até, aproximadamente, 190 DAP quando as folhas de taro e crotalária começaram a senescer. Todavia, neste intervalo de tempo, as densidades no sistema de monocultivo apresentaram-se superiores às do consórcio. Esse comportamento vai de encontro ao relatado por Yamauti (2009) que verificou redução na densidade de indivíduos de tiririca por ocasião do aumento da competição por luz devido ao fechamento da cultura

do amendoineiro. Segundo Nemoto *et al.* (1995), essa espécie não tolera sombreamento.

O trevo (*Oxalis corniculata*) foi a espécie que apresentou maior frequência e também a maior densidade de plantas. A razão é que essa espécie possui ampla distribuição na América do sul, sendo frequente em ambientes antropizados (Lourteig 2000). Apesar de demonstrar certa tendência de menor densidade em sistema consorciado e nos períodos de maior desenvolvimento das plantas de taro e de crotalária, ela esteve presente durante todo o cultivo, provavelmente devido ao fato de ser uma espécie que pode adaptar-se a locais sombreados (Abreu *et al.*, 2008).

Algumas espécies como trevo (*Oxalis corniculata*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e losna do campo (*Ambrosia elatior*) demonstraram aumento da densidade por ocasião do final do ciclo do taro, provavelmente devido à algumas características específicas das espécies como as condições de temperatura e maior exposição à luz.

Segundo Abreu *et al.* (2008), a floração e frutificação do trevo ocorre nos meses de março a setembro; em relação ao capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), a temperatura ideal para a germinação é de 16 a 21<sup>0</sup>C (Kuhn, 2004) e em relação à losna do campo, sua disseminação ocorre em quase todas as regiões temperadas e subtropicais do mundo (Lorenzi, 1982). Ressalta-se que essas espécies apresentaram maior densidade no final do período de outono, onde, nas condições de Viçosa-MG as temperaturas apresentam-se mais baixas facilitando o desenvolvimento das mesmas.

Em relação ao taro, há maior preocupação com as plantas invasoras que ocorrem no início do ciclo, uma vez que a partir dos 90 DAP, ocorre alto grau de sombreamento dificultando o crescimento da maioria das invasoras. Após os 180 DAP a planta reduz a taxa de crescimento da parte aérea para armazenar reservas nos rizomas, facilitando a re-infestação com plantas invasoras. Entretanto, capinas neste período são prejudiciais, pois propiciam a produção de rizomas “aguados” (Puiatti, 2002b).

**Tabela 12.** Densidade de plantas invasoras (número por m<sup>2</sup>) registradas nos tratamentos consórcio taro e crotalária (C) e no monocultivo do taro (M) nas respectivas épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Espécies (plantas/m <sup>2</sup> )	55 DAS		70 DAS		85 DAS		100 DAS		115 DAS		130 DAS		145 DAS		160 DAS		190 DAS		Média	
	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M	C	M
Picão preto	15	9	3	4	1	–	2	3	–	1	1	1	–	–	2	1	15	5	4,33	2,67
Tiririca	26	8	6	5	2	11	–	5	1	12	2	5	1	10	18	9	2	5	6,44	7,78
Capim pé de galinha	5	5	2	9	3	–	1	1	4	2	4	4	–	–	–	42	3	13	2,44	8,44
Mastruço	9	4	2	–	9	12	–	3	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	2,22	2,33
Mentrasito	19	16	10	9	7	2	2	2	7	10	16	8	16	10	7	10	26	16	12,22	9,22
Serralha	8	5	3	–	1	–	–	–	–	3	1	–	–	–	–	1	2	4	1,67	1,44
Trevo	25	16	25	28	13	35	2	6	6	15	5	7	62	75	102	130	125	127	40,55	48,78
Botão de ouro	22	146	7	9	4	6	4	–	4	6	3	8	–	1	1	2	–	–	5,00	19,78
Caruru branco	4	3	–	1	3	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	1	–	–	0,89	0,67
Losna do campo	2	13	3	9	–	–	2	4	1	4	3	9	–	37	9	12	10	28	3,33	12,89
Crotalaria spectabilis	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,11	–
Mucuna preta	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	0,22	0,22
Joá de capote	1	5	1	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	1	0,44	0,78
Erva de Santa Luzia	1	–	2	1	–	4	6	1	–	3	–	1	–	1	9	2	–	116	2,00	14,33
Braquiária	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,33	–
Corda de viola	–	–	2	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,44	–
Quebra pedra	–	–	–	–	1	–	2	2	–	–	1	2	–	1	2	–	6	4	1,33	1,00
Gramma colchão	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,11	–
Erva moura	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	8	–	1	1	1,00	0,44
Falsa serralha	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–	0,11	0,11
Trapoeraba	–	2	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,44
Samambaia	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0,11	–
<b>TOTAL</b>	139	232	67	76	48	71	22	28	23	57	38	48	80	140	158	210	192	322	85,22	131,55

Valores referentes aos dois tratamentos avaliados em cada época de corte da crotalária (tratamento de monocultivo do taro e de consórcio taro crotalária).

## 6. CONCLUSÕES

- O consórcio taro e crotalária é agrônômica e economicamente viável, desde que a crotalária seja cortada até aos 130 DAS.
- O corte da crotalária aos 115 DAS proporciona maior aporte de N e K ao sistema sem prejuízo na produção de rizomas comerciais do taro.
- O consórcio taro e crotalária proporciona proteção do taro contra queimaduras foliares pela radiação solar excessiva e reduz a incidência de plantas invasoras.
- O consórcio taro e crotalária proporciona aumento dos teores de Matéria orgânica, Cálcio e Magnésio no solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU MC; CARVALHO R; SALES MF. Oxalis L. (oxalidaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 22: 399-416.
- ALBUQUERQUE JAA; SEDIYAMA T; SILVA AA; CARNEIRO JES; CECON PR; ALVES JMA. 2008. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta daninha** 26: 279-289.
- ALCÂNTARA FA; FURTINI NETO AE; DE PAULA MB; MESQUITA HA; MUNIZ JA. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35: 277-288.
- AIMEIDA DL; PESSANHA GG; VASCONCELOS HO; SALEK RC.1984. Efeitos do espaçamento e da adubação orgânica na produção de inhame (*Colocasia esculenta* Schott). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24. **Resumos...** Jaboticabal: SOB. p.162.
- ANDRADE DJ; OLIVEIRA CAL; FALCONI RS; PATTARO FC; FERNANDES EJ. 2008. Efeito do déficit hídrico e da presença do vírus da leprose dos citros na temperatura foliar e sua relação com a população de *Brevipalpus phoenicis* e a severidade da doença em plantas cítricas. **Revista Laranja** 29: 1-15.
- CAESAR K. 1980. Growth and development of Xanthosoma and Colocasia under different light and water supply conditions. **Field Crops Research** 3: 235-244.
- CASTRO CM; ALMEIDA DL; RIBEIRO, RLD de; CARVALHO, JF de. 2005. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 40: 495 – 502.
- CASTRO CM; ALVES BJR; AIMEIDA DL; RIBEIRO RLD. 2004. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 779-785.
- CECILIO FILHO AB; COSTA CC; REZENDE BLA; LEEUWEN R. 2008. Viabilidade produtiva e econômica do consórcio entre chicória e rúcula em função da época de plantio. **Horticultura Brasileira** 26: 316-320.
- COELHO FS; FONTES PCR; PUIATTI M; NEVES JCL; CASTRO MC.2010. Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 34: 1175-1183.
- ENGEL V L. 1989. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia.** Piracicaba: USP – ESALQ. 202 p (Dissertação mestrado).
- FONTES PCR. 2011. **Nutrição Mineral de Plantas:avaliação e diagnose.** Viçosa: Ed. Arka. 296p.

GAWRONSKA H; DWELLE RB. 1989. Partitioning of photoassimilates by potato plants (*Solanum tuberosum* L.) as influence by irradiance: I. Partitioning patterns in cultivar Russet Burbank grown under high and low irradiance. **American Potato Journal** 66: 201-213.

GILLER KE. 2001. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. Wallingford: CAB International. 448p.

GONDIM ARO; PUIATTI M; VENTRELLA MC; CECON PR. 2008. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia** 67: 1037-1045.

GONDIM ARO; PUIATTI M; CECON PR; FINGER FL. 2007. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira** 25: 418-428.

GUEDES RE; RIBEIRO RLD; GUERRA JGM; XAVIER GR; RUMJANEK ENG. 2006. **Produtividade do quiabeiro e do feijão-caupi consorciados em sistema orgânico de produção após cultivo de crotalaria ou pousio**. Disponível em <http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/FT03.pdf>. Acessado em 19 de maio de 2010.

GUIMARÃES TG; FONTES PCR; PEREIRA PRG; ALVAREZ VH; MONNERAT PH. 1999. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solos. **Bragantia** 58: 209-216.

GUIMARÃES MMC; MATSUMOTO SN; VIANA AES; CESAR FRC; BONFIM JA; SANTOS MAF; LIMA JM; JESUS AJ. 2007. Influência de diferentes níveis de restrição de luz sobre o desenvolvimento de mudas *Trema micrantha* (L.) Blume, no município de Vitória da Conquista, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5. **Anais...**Guarapari – ES: RBA. p. 1719-1722.

HASHAD MN; STINO KR; EL HINNAWY SI. (1956) Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. **Annals of Agricultural Sciences** 1: 261-267.

HELMICH M; HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; FACCIN FC; MACEDO RV; MAEDA AKM. 2010. Produção agroeconômica de três variedades de alface, cultivadas com e sem amontoa. **Horticultura Brasileira** 28: S1568-S1576.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; TABALDI LA; GASSI RP; KUSANO AM; MAEDA AKM. 2012. Produção agroeconômica de taro em função do número de amontoas. **Ciências Agrárias** 33: 1673-1680.

HOLE CC; DEARMAN J. 1990. Partition of C14 assimilate between organs and fractions of contrasting varieties of carrot during initiation of the storage root. **Journal of Experimental Botany** 41:557-564.

KARAM,D. 2007. **Erva de Santa Luzia**. Disponível em: [http://www. Panorama. Cnpms.embrapa.br](http://www.Panorama.Cnpms.embrapa.br). Acessado em 27/01/2013.

KUHN MPS. 2004. Principais plantas daninhas em gramados. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 2. **Resumos...** Botucatu-SP: UNESP. (CD-ROM).

LIMA PC; MOURA, WM de. ; MENDONÇA, ES de. ; MANABE PMS; SANTOS, J dos.; REIGADO FR; REIS IL. 2009. Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 6. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ (CD-Rom).

LORENZI H. 1982. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Tóxicas e Medicinais**. Nova Odessa: Plantarum. 608p.

LOURTEIG, A. 2000. *Oxalis* L. Subgêneros *Monoxalis* (Small) Lourt., *Oxalis* y *Trifidus* Lourt. **Bradea** 7: 202-629.

MICHERREFF SJ; MAFFIA LA ; NORONHA MA. 2000. Escala diagramática para a avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira** 25: 612-619.

MARTUSCELLO JA; JANK L; NETO MMG; LAURA VA; CUNHA DNFV. 2009. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 1183-1190.

MOURA WM; LIMA PC; SOUZA HN; CARDOSO IM.; MENDONÇA ES; PERTEL J. 2005. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na zona da mata mineira. **Informe Agropecuário** 26: 46-75.

NEMOTO MCM; ALVES PLCA; PITELLI RA; NEMOTO LRP.1995. Comportamento da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sob diferentes níveis de adubação fosfatada e de sombreamento. **Planta Daninha** 13: 50-55.

OLIVEIRA IB. 2008. **Comportamento agrônomo e bromatológico da *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria dictyoneura* submetidas a níveis de sombreamentos em Vitória da Conquista - BA**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia 63p (Dissertação de mestrado).

OLIVEIRA EQ; BEZERRA NETO FB; NEGREIROS MZ; BARROS JÚNIOR AP; FREITAS KKC; SILVEIRA LM; LIMA JSS. 2005a. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira** 23:285-289.

OLIVEIRA FL; GUERRA JGM; JUNQUEIRA RM; SILVA EE; OLIVEIRA FF; ESPINDOLA JAA; ALMEIDA DL; RIBEIRO RLD; URQUIAGA S. 2006. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira** 24:53-58.

OLIVEIRA FL. 2004. **Alternativas para o manejo orgânico do taro (*Colocasia esculenta* L.Schott) em diferentes condições edafoclimáticas no estado do Rio de Janeiro**. Seropédica- RJ: UFRRJ 90p. (tese doutorado).

OLIVEIRA FL; GUERRA JGM; RIBEIRO RLD; ALMEIDA DL; SILVA EE; URQUIAGA S; ESPINDOLA JAA. 2007. The use of sunn hemp as green manure intercropped with taro. **Horticultura Brasileira** 25: 562-566.

OLIVEIRA FL; RIBEIRO RLD; SILVA VV; GUERRA JGM; ALMEIDA DL. 2004. Desempenho do taro (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira** 22: 638-641.

OLIVEIRA FL; ARAUJO AP; GUERRA JGM. 2011. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira** 29: 291- 298.

PAULO EM; BERTON RS; CAVICHIOLI JC; BULISANI EA; KASAI FS. 2001. Produtividade do café Apatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia** 60: 195-199.

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA S; GUERRA JGM; CECOM PR. 2004. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 35-40.

PIMENTA DS. 1993. **Crescimento e produção de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), com composto orgânico, amontoa e capina**. Viçosa: UFV. 78p (Dissertação de mestrado).

PINHEIRO MACHADO LC. 2004. **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio**. Porto Alegre: Cinco continentes. 310p.

PÔRTO ML; PUIATTI M; FONTES PCR; CECOM PR; ALVES JC; ARRUDA JA. 2011. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira** 29: 311- 315.

PUIATTI M. 1992a. Sucessão de espécies olerícolas em consórcio com inhame 'Chinês'. **Horticultura Brasileira** 10:65.

PUIATTI M; GREEMAN S; KATSUMOTO R; FAVERO C. 1992. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame 'Chinês' e 'Japonês'. **Horticultura brasileira** 10: 89-92.

PUIATTI M. 2002a. Manejo da cultura do taro. In: CARMO CAS (ed). **Inhame e taro: sistema de produção familiar**. Vitória: INCAPER. p.203-254.

PUIATTI M. 2002b. Pesquisas visando o manejo sustentável da cultura do taro. In: SANTOS ES. dos (ed). **Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do taro**. João Pessoa, PB: EMEPA-PB. p.143-160.

PUIATTI M; FÁVERO C; FINGER FL; GOMES JM. 2000. Crescimento e produtividade de inhame e milho doce em cultivo associado. **Horticultura Brasileira** 8: 24-30.

PUIATTI M; CAMPOS JP; CASALI VWD; CARDOSO AA; CRUZ R. 1990. Sistema de colocação do bagaço de cana-de-açúcar e capim gordura, na cultivar de inhame Chinês. **Horticultura Brasileira** 8:14-16.

RECOPE - REDE DE AGROECOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Jul./Set.1999. **Relatório trimestral**. Seropédica/RJ: Embrapa Agrobiologia.

RIBAS RGT; JUNQUEIRA RM; OLIVEIRA FL; GUERRA JGM; ALMEIDA DL; ALVES BJR; RIBEIRO RLD. 2003. **Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico**. Seropédica: RJ. UFRRJ. 96 p (Tese doutorado).

RODRIGUES IMC; FERREIRA FA; GROSSI JAS; BARBOSA JG; PAULA CC; REIS MR. 2007. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de bromélias. **Planta daninha** 25: 727-733.

RODRIGUES LB; RODRIGUES MC; ARAÚJO JBS; SANTOS RHS. 2011. Decomposição de *Crotalaria juncea* como adubo verde para cafeeiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS NO BRASIL, 07. **Resumos...** Araxá-MG: EMBRAPA (CD-ROM).

SANTOS RHS. 1998. **Interações interespecíficas em consórcio de olerícolas**. Viçosa: UFV. 129p (Tese doutorado).

SEDIYAMA MAN; SANTOS MR; SALGADO LT; PUIATTI M. VIDIGAL SM. 2009. Produtividade e exportação de nutrientes por rizomas de taro cultivado com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 4: 421-425.

SILVA EE; DE-POLLI H; GUERRA JGM; AZEVEDO PHS; TEIXEIRA MG; ESPINDOLA JAA; ALMEIDA MMTB. 2006. Consórcio de inhame (taro) e crotalaria em sistema orgânico de produção. Seropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia. 4p (**Comunicado Técnico, 88**).

SIQUEIRA RG; SANTOS RHS; PERIGOLO D; URQUIAGA S; RIBAS RGT; PETERNELLI LA. 2009. Nutrição nitrogenada e produção de brócolis cultivado com diferentes doses de mucuna em duas épocas. **Revista Ceres** 56: 826-833.

SOUZA, LL de. 2010. **Proposta de um índice de conformidade ao PRV - Estudo no Assentamento Antônio Tavares – São Miguel do Iguazu – PR**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 63p (Dissertação de mestrado).

SOUZA JRP; MEHL HO; RODRIGUES JD; PEDRAS JF. 1999. Sombreamento e o desenvolvimento e produção de rabanete. **Scientia Agrícola** 56: 987-992.

SOUZA JL de.; GARCIA RDC. 2013. Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável** 3: 11-24.

SOUZA JL de.; PEREIRA VA; PREZOTTI, LC. 2010. Monitoramento da fertilidade de solos no cultivo orgânico de hortaliças durante 20 anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. **Resumos...** Guarapari - ES: ABH. (CD - Rom).

SOUZA JL; RESENDE P. 2006. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil. 843p.

TAIZ L; ZEIGER E. 1998. **Plant physiology**. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates. 792 p.

TORRES JLR; PEREIRA MG; ANDRIOLI I; POLIDORO JC; FABIAN AJ. 2005. Decomposição e liberação de Nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo** 29: 609-618.

YAMAUTI MS. 2009. **Interferência das plantas daninhas no amendoimzeiro**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.71p (Dissertação de mestrado).

## CAPÍTULO II

### **Efeito residual do consórcio taro e crotalária sobre o desempenho da cultura do brócolis**

#### **1. RESUMO**

As hortaliças são culturas altamente exigentes em nutrientes, principalmente de N. O emprego de adubos verdes capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio pode reduzir a necessidade de aplicação do N mineral, sendo que algumas pesquisas tem verificado o efeito residual de adubos verdes no desempenho subsequente do brócolis, repolho e berinjela. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária, esta cortada em diferentes épocas, sobre o desempenho do brócolis, híbrido BRO 68. O experimento foi conduzido na Horta da Universidade Federal de Viçosa, no período de 26/07/2011 a 10/10/2011, constituído de 11 tratamentos, correspondendo ao efeito residual do consórcio taro e crotalária com a crotalária cortada aos 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS (dias após a semeadura), mais o controle (monocultura do taro). Durante o cultivo do brócolis foram avaliados: área foliar específica (AFE); razão de área foliar (RAF); razão de massa foliar (RMF); índice de área foliar (IAF); taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). Na colheita, foi avaliado: ciclo; massa de matéria fresca de inflorescência; produtividade em massa de inflorescências; massa de matéria seca do limbo, caule e pecíolo; número de folhas; comprimento e composição nutricional das plantas. Foram calculados os indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Após a colheita foi realizada coleta de amostra de solo para análise. Dos parâmetros de análise de crescimento avaliados, apenas o IAF apresentou diferenças significativas em relação ao controle sendo os maiores valores observados nos tratamentos de corte realizados a partir dos 145 DAS da crotalária (128 a 53 dias antes do transplante do brócolis). Maiores valores de massa de matéria fresca de inflorescência, produtividade e quantidade de nutrientes exportados pelas inflorescências foram observados nos tratamentos em que o corte da crotalária ocorreu a partir dos 145 DAS. Maiores valores de RB, RL, TR e IL foram obtidos nos tratamentos em que o corte da crotalária ocorreu a partir de 145 DAS, sendo que para TR e IL esses não diferiram dos tratamentos de corte realizados aos 85 e 100

DAS. O corte da crotalária a partir dos 145 DAS correspondeu ao início do período de maturação do taro no cultivo antecessor, em que a parte aérea das plantas encontrava-se em estado de senescência fato que, associado às condições desfavoráveis à decomposição, proporcionou efeito positivo no desempenho subsequente do brócolis.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. *italica*, *Crotalaria juncea*, adubação verde, crescimento, produção.

## 2. ABSTRACT

### **Residual effect of the taro and sunhemp intercropping on the performance of the culture of broccoli**

Vegetables are crops that demand nutrient in high amounts, especially N. The use of green manures able to perform nitrogen fixation can reduce the need for application of mineral N, and the residual effect of green manure has been found on the subsequent performance of broccoli, cabbage and eggplant. The objective of this study was to evaluate the residual effect of the biomass of the taro and sunhemp intercropping in which sunhemp was cut at different times, on the performance of broccoli, BRO 68 hybrid. The experiment was carried out in the garden at Universidade Federal de Viçosa, in the period from 26/07/2011 to 10/10/2011. The experiment consisted of 11 treatments, corresponding to the residual effect of the intercrop of taro and sunhemp on 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 and 220 DAS (days after sowing), plus control treatment (taro monoculture). During the cultivation of broccoli, the following were evaluated: specific leaf area (AFE), leaf area ratio (RAF) and leaf weight ratio (RMF), leaf area index (IAF), relative growth rate (TCR) and net assimilation rate (TAL). Cycle, fresh matter mass of the inflorescence, productivity in mass of inflorescence, dry matter mass of the lamina, stem and petiole, leaf number, length and nutritional composition of the plants were all evaluated in the harvest. The following economic indicators were evaluated: gross income (RB), net income (RL), rate of return (TR) and profitability index (IL). Soil samples for analysis were collected after harvest. Of the analysis parameters of growth evaluated, only the IAF showed significant differences regarding to control and the highest values were found in cutting treatments carried out

from 145 DAS of sunhemp (128 to 53 days before transplanting broccoli). Higher values of fresh matter mass of inflorescence, productivity and amount of nutrients exported by the inflorescences were observed in treatments where the cut of sunhemp was made from 145 DAS. Higher values of RB, RL, TR and IL were achieved in the treatments where sunhemp was cut from 145 DAS. Profitability index and TR did not differ from the cutting treatments performed on 85 and 100 DAS. Cut of sunhemp from 145 DAS corresponded to the onset of the ripening period of taro in the previous cultivation, when the shoots were in senescence, which together with unfavorable conditions for decomposition, led to an increase in the subsequent performance of the broccoli.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *Italica*, *Crotalaria juncea*, green manure, growth, production.

### 3. INTRODUÇÃO

As hortaliças são culturas altamente exigentes em nutrientes, sendo que altas produtividades, normalmente, são dependentes da aplicação de elevadas doses de fertilizantes minerais, principalmente dos nitrogenados. No caso do brócolis, recomenda-se doses de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (Fontes, 1999) ou de 150 a 200 kg ha<sup>-1</sup> (Filgueira, 2008).

Fertilizantes minerais são derivados de processos industriais de intenso uso energético e seu consumo provoca uma relação de dependência do agricultor em relação às cotações do mercado externo, uma vez que a matéria prima está concentrada em pequeno número de países, sendo o Brasil um dos maiores compradores.

A preocupação com o efeito negativo sobre o ambiente do uso abusivo de fertilizantes minerais, especialmente dos nitrogenados, justificou buscar fontes alternativas para o fornecimento desse nutriente às culturas. O emprego de adubos verdes capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN) de forma eficiente pode representar contribuições consideráveis à viabilidade econômica e sustentabilidade dos agroecossistemas (Boddey *et al.*, 1997) reduzindo, assim, a necessidade de N sintético. Entretanto, para se trabalhar com adubação verde, é necessário desenvolver combinações de espécies e formas de manejo que associem a liberação de N da matéria

orgânica às necessidades das hortaliças, de forma que permita uma sincronia entre a mineralização e a demanda de nutrientes pelas plantas em crescimento.

O cultivo de algumas hortaliças em sequência aos de adubos verdes tem sido objeto de pesquisas. O repolho cultivado sobre a massa de plantas inteiras de *Crotalaria juncea*, utilizando-se 50% da adubação mineral recomendada, apresentou maior produção em relação às plantas que foram adubadas com 100% de adubação mineral (Vargas *et al.*, 2011). Maior diâmetro da cabeça e maior teor de N nas folhas de alface foram obtidos com uso da cobertura morta com leguminosa (Oliveira *et al.*, 2008). Castro *et al.* (2004) quantificaram a fixação biológica de nitrogênio (FBN) por adubos verdes em pré-cultivo com berinjela e verificaram que, embora sem efeito sobre a produtividade da cultura, a FBN nas leguminosas foi suficiente para repor todo o N retirado do sistema pelos frutos.

O efeito residual de adubos verdes no desempenho do brócolis foi avaliado por Siqueira *et al.* (2009) que verificaram produtividades superiores em adubações realizadas com 12 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico + 8 a 12 t ha<sup>-1</sup> de mucuna, quando comparado com aplicações de 25 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. A produtividade e as taxas de crescimento relativo e absoluto das plantas de brócolis foram influenciadas positivamente pela quantidade de massa de adubo verde aplicada (Diniz, 2011). Perin *et al.* (2004), ao cultivar o brócolis sobre a massa cortada da *Crotalaria juncea* em sucessão da cultura do milho, verificaram que o diâmetro das inflorescências nas parcelas sem N-fertilizante sobre biomassa de crotalária foi similar a vegetação espontânea + 150 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) de uma única inflorescência verde, introduzida nos EUA por imigrantes italianos no início do século XX, se tornou uma hortaliça muito popular, espalhando-se pelo mundo nos últimos 50 anos (Dixon & Dickson, 2006). No mercado brasileiro seu consumo têm apresentado crescimento devido ser adequado ao congelamento e comercialização em frigoríficos (Melo *et al.*, 1994). Devido à sua origem, de países de clima temperado, as cultivares do tipo inflorescência única quando cultivadas no verão apresentam menor desenvolvimento e conservação pós-colheita da inflorescência (Tavares, 2000), o que faz com que seja uma cultura plantada do final do verão até meados do inverno (Filgueira, 2008).

Nas condições de Viçosa-MG, recomenda-se que o plantio do taro (*Colocasia esculenta*) seja realizado nos meses de agosto a setembro, sendo que o ponto de colheita

é alcançado de oito a nove meses após o plantio, no inverno do ano seguinte (Puiatti, 2002). Assim, o período indicado para a implantação do brócolis coincide com o final do período de colheita do taro cultivado. Como o consórcio taro e crotalária é agrônômica e economicamente aceitável (Vide capítulo I), o brócolis torna-se uma hortaliça com características apropriadas para ser cultivada em sucessão a este consórcio, visando o aproveitamento do efeito residual da biomassa do adubo verde.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro e cortada em diferentes épocas durante o ciclo, sobre a cultura subsequente do brócolis híbrido BRO 68.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no período de 26/07/2011 a 10/10/2011, na Horta de Pesquisas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG, em solo Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, classe textural argiloso (28% de areia; 17% de silte e 55% de argila). Viçosa está a 650 m de altitude, 20°45'47" LS e 42°49'13" LW. 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.

Os tratamentos consistiram da avaliação do efeito residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro e cortada em diferentes épocas (Capítulo I), sobre a cultura subsequente do brócolis. Portanto, o experimento foi constituído de 11 tratamentos correspondentes ao monocultivo do taro e às 10 épocas de corte da parte aérea da crotalária (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS – dias após a semeadura da crotalária). No consórcio taro e crotalária, o taro foi plantado em 23/09/2010 e a crotalária semeada em 26/10/2010 sendo os dez cortes da crotalária realizados entre 55 e 220 DAS. A colheita do taro foi realizada em 04/06/2011 e o transplante das mudas do brócolis em 26/07/2011.

O brócolis, híbrido BRO 68, de cabeça única, foi semeado em 24/06/2011, em bandejas de isopor de 128 células preenchidas com substrato comercial. O transplante das mudas, com cerca de quatro folhas definitivas, foi realizado apenas com abertura de covas a profundidade de 20 cm, na mesma linha do cultivo anterior do taro.

Amostras de solo retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade antes do transplante das mudas de brócolis, correspondentes aos tratamentos de biomassa residual, foram submetidas à análise química (Tabela 1). Por tratar-se de experimento cujo objetivo era avaliar o efeito da biomassa residual do consórcio taro e crotalária, não foi feita a correção do solo ou qualquer adubação. Na tabela 2 são apresentadas as quantidades de macro e micronutrientes contidos na parte aérea da crotalária cultivada em sistema de consórcio com o taro, em cada época de corte.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela foi constituída de quatro fileiras espaçadas de 1,0 m, com 3,0 m de comprimento. As mudas de brócolis foram transplantadas a cada 0,40 m na linha, totalizando oito plantas por fileira e 32 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as duas fileiras centrais, exceto as plantas das extremidades.

Os tratos culturais envolveram uma capina, realizada 30 dias após o transplante das mudas, irrigações por aspersão convencional, quando necessário, e pulverizações por ocasião da observação da presença de pragas (lagartas, pulgões e mosca branca) e doenças (mancha de alternária) com inseticidas e fungicidas, respectivamente, recomendados para as brassicáceas.

Aos 30, 45, 60 e 75 dias após o transplante do brócolis, duas plantas de cada parcela foram cortadas rente ao solo com o objetivo de avaliar os parâmetros de crescimento, baseados nos dados de comprimento; número de folhas; massas de matéria fresca das folhas, caule, pecíolo e da inflorescência e a área foliar. O comprimento das plantas foi obtido com a utilização de uma régua do ponto em que a planta foi cortada rente ao solo até o ápice da folha mais estendida. A área foliar foi obtida por meio da medição em integrador de área foliar LI – 3000. Apenas nas avaliações realizadas aos 60 e 75 dias após o transplante é que as plantas apresentavam inflorescências. Após essas avaliações o material vegetal foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70°C, até atingir massa constante, para obtenção da massa de matéria seca.

**Tabela 1.** Composição química de amostras de solo retiradas nas parcelas, antes do plantio do brócolis, dos respectivos tratamentos de épocas de corte da *Crotalaria juncea*, em dias após a semeadura da crotalária (DAS), do cultivo anterior no sistema de consórcio taro e crotalária

Corte (DAS)	pH H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	AL	H+AL	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	MO dag kg <sup>-1</sup>	P <sub>rem</sub> mg L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>				
															----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
<b>Controle</b>	5,7	75,3	42	3,8	0,7	0,0	4,95	4,61	4,61	9,56	48	0	3,3	31,11	9,2	29,4	98,6	2,6	0,3
<b>55</b>	5,7	61,1	87	4,8	0,9	0,0	4,46	5,92	5,92	10,38	57	0	4,3	35,0	10,6	23,5	97,6	1,7	0,2
<b>70</b>	5,7	58,8	39	3,9	0,7	0,0	4,95	4,70	4,70	9,65	49	0	3,5	32,3	6,9	25,8	77,5	2,1	0,4
<b>85</b>	5,6	68,0	47	4,6	0,8	0,0	5,61	5,52	5,52	11,13	50	0	3,9	32,3	10,2	29,2	101,6	2,1	0,1
<b>100</b>	5,6	36,0	46	3,9	0,8	0,0	5,28	4,82	4,82	10,10	48	0	3,6	32,3	6,9	15,8	65,5	1,3	0,2
<b>115</b>	5,7	50,1	48	4,7	1,0	0,0	4,46	5,82	5,82	10,28	57	0	3,9	31,1	9,0	24,9	104,6	2,1	0,1
<b>130</b>	5,7	28,5	69	4,2	0,9	0,0	4,95	5,28	5,28	10,23	52	0	3,5	32,3	7,3	18	79,5	1,3	0,1
<b>145</b>	5,7	63,3	75	4,4	0,8	0,0	4,79	5,39	5,39	10,18	53	0	3,7	32,3	9,8	21,7	91,6	1,8	0,3
<b>160</b>	5,6	58,8	78	5,0	0,9	0,0	4,46	6,10	6,10	10,56	58	0	4,1	35	8,6	18,5	71,5	1,6	0,4
<b>190</b>	5,6	58,8	76	4,2	0,8	0,0	5,12	5,19	5,19	10,31	50	0	3,7	31,1	9,0	26,7	94,6	2,2	0,3
<b>220</b>	5,6	63,3	41	4,2	0,8	0,0	4,95	5,10	5,10	10,05	51	0	3,6	29,9	8,6	25,6	93,6	2,3	0,3

Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples, sendo coletadas duas amostras simples na área útil de cada unidade experimental, de cada tratamento.

**Tabela 2.** Quantidades de macro e de micronutrientes contidos na parte aérea da *Crotalaria juncea* nas respectivas épocas de corte realizadas durante o cultivo anterior no sistema de consórcio taro e crotalaria, em dias após a semeadura da crotalaria (DAS)

Corte (DAS)	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
55	40,51	4,56	47,45	23,36	6,02	3,10	49,27	208,05	135,05	10,95	49,82
70	56,05	6,38	42,57	38,55	8,27	3,78	47,30	683,48	146,63	11,82	64,56
85	92,03	12,80	97,52	67,65	16,46	8,53	127,99	1810,21	426,65	42,66	166,39
100	120,97	18,49	129,45	62,41	20,03	10,02	184,92	3259,21	729,60	38,52	282,77
115	171,48	21,69	173,54	84,70	28,92	13,43	278,91	4090,68	940,03	51,65	345,02
130	135,56	18,48	109,15	51,93	24,64	7,92	184,85	4296,21	677,80	44,01	279,92
145	152,68	26,10	151,38	70,47	27,40	13,05	287,10	1897,20	965,70	65,25	336,69
160	161,22	30,94	162,85	83,23	42,34	13,01	374,55	2068,19	1025,95	81,42	330,58
190	118,02	17,60	157,35	35,20	19,67	8,28	289,87	2526,01	1625,34	51,76	238,11
220	130,15	18,06	134,09	58,17	24,65	9,86	207,06	2317,10	4742,66	59,16	240,58

Cada amostra composta consistiu de quatro amostras simples (uma para cada unidade experimental) correspondente à área de 4 m<sup>2</sup>.

Os parâmetros de crescimento avaliados foram: área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). A AFE foi calculada pela relação entre a área foliar e a massa foliar. A RAF é uma relação entre a área foliar ( $L_A$ ) e a biomassa total ( $W$ ). A RMF foi obtida pela razão da massa foliar ( $L_w$ ) pela biomassa total ( $W$ ). O IAF foi obtido pela razão entre a área foliar total da planta pela área do terreno destinada a essa planta. A TCR foi calculada pela seguinte expressão:  $(\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1)$ , onde:  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $W_2$  e  $W_1$  = biomassa coletada no tempo 2 e 1, respectivamente;  $t_2$  e  $t_1$  = tempo 2 e 1, respectivamente. A TAL foi obtida pela seguinte expressão:

$$[(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)] * [(\ln L_{A2} - \ln L_{A1}) / (L_{A2} - L_{A1})].$$

O início da colheita do brócolis ocorreu aos 65 dias após o transplante quando as cabeças apresentavam as características ideais para o comércio. Em cada parcela foram colhidas oito plantas das fileiras úteis. As plantas foram cortadas rente ao solo e as variáveis avaliadas foram as mesmas das plantas colhidas para análise de crescimento, excetuando-se a medição da área foliar. Após a colheita da inflorescência, foi coletada a parte aérea de uma planta de cada tratamento; essas foram picadas e uma amostra de 0,5 kg deste material foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até atingir massa constante, para obtenção da massa de matéria seca. Posteriormente, o material foi moído em moinho tipo Wiley e enviado ao laboratório para determinação de macro e micronutrientes.

Com os dados de produção, foi avaliada a rentabilidade da cultura considerando os seguintes indicadores: renda Bruta (RB), renda Líquida (RL), taxa de Retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Para a obtenção da renda bruta foi utilizada a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de inflorescências com padrão comercial.

A comercialização do brócolis no CEASA-MG, Contagem, é feita em engradados com capacidade de 10 kg. Dividindo-se a produtividade comercial de inflorescências ( $t\ ha^{-1}$ ) pelo peso de cada engradado foi encontrado o número de embalagens para cada repetição de cada tratamento. A renda bruta foi obtida por meio da quantidade de embalagens multiplicada pela cotação do produto no período de 28/09/2011 a 10/10/2011. A RL foi obtida pela diferença entre a renda bruta e o custo operacional total (COT). O COT foi calculado a partir dos coeficientes técnicos para custo de produção do brócolis apresentado por Melo (2007), com modificações feitas a partir das

necessidades de operações e insumos apresentadas no experimento. Os custos referentes a serviços, insumos, embalagens e transporte foram calculados a partir dos preços praticados na cidade de Viçosa-MG, no período de junho a outubro de 2011. A TR por real investido em cada tratamento foi obtida por meio da relação entre a renda bruta e o custo de produção. O IL foi obtido da relação entre a RL e RB e expresso em percentagem, conforme Oliveira *et al.* (2005) e Cecílio Filho *et al.* (2008).

Após a colheita, foram coletadas amostras compostas de solo de cada tratamento, com o auxílio de uma sonda na profundidade de 0-20 cm. O solo coletado foi seco à sombra e em seguida enviado ao laboratório para análise química dos teores de macro e micronutrientes, matéria orgânica,  $P_{rem}$  e de pH.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância sendo as médias dos tratamentos de épocas de corte comparadas ao controle pelo teste de Dunnett, e agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ambos a 5% de probabilidade. O comportamento das plantas, nas quatro épocas de avaliação, foi avaliado por análise de regressão simples sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão, no coeficiente de determinação e no comportamento biológico.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Características produtivas do brócolis**

O ciclo cultural do brócolis variou de 104 a 108 dias, não havendo diferença significativa entre tratamentos, nem em relação ao controle (Tabela 3). A massa de matéria fresca de inflorescência variou de 349,97 a 504,31 g/planta e a produtividade de cabeças de 8,72 a 12,61 t ha<sup>-1</sup>, sendo que, para ambas as características, as médias do grupo de tratamentos em que o corte da crotalária foi realizado a partir dos 145 DAS foram superiores às médias obtidas nos demais tratamentos (Scott-Knott) e superiores ao controle (Dunnett) (Tabela 3).

Os valores de massa de matéria seca de pecíolo variaram de 0,47 a 0,68 t ha<sup>-1</sup> (18,8 a 27,2 g/planta), sendo que as médias dos tratamentos de corte aos 55, 70, 85 e 130 DAS mostraram-se inferiores às médias observadas no grupo formado pelos demais tratamentos. Quando comparado ao controle apenas a média do tratamento de corte aos 70 DAS mostrou-se inferior. Nas variáveis, massa de matéria seca do limbo e do caule,

número de folhas e comprimento das plantas não houve diferença entre tratamentos nem quantos estes foram comparados ao controle (Tabela 3).

Em relação ao ciclo da cultura, Trevisan *et al.* (2003) obtiveram, em oito cultivares de brócolis na estação da primavera na região central do Rio Grande do Sul, ciclo médio de 134 dias, valor esse superior ao observado no presente trabalho, o que pode ser atribuído à precocidade do híbrido BRO 68.

Nos tratamentos em que as inflorescências apresentaram maior massa de matéria fresca (corte da crotalária realizada a partir dos 145 DAS), a massa de matéria fresca de inflorescência variou de 479,34 a 504,31 g/planta (Tabela 3). Nesses tratamentos, a massa da crotalária cortada continha 118 a 161,22 kg ha<sup>-1</sup> de N; 17,60 a 30,94 kg ha<sup>-1</sup> de P e de 134,09 a 162,85 kg ha<sup>-1</sup> de K (Tabela 2), sendo que o material após cortado foi depositado sobre o solo no período de 128 a 53 dias antes do transplante do brócolis. Trevisan *et al.* (2003) obtiveram massa de matéria fresca de inflorescência de 430 e 359 g/planta nas cultivares de brócolis de cabeça única ‘Baron’ e ‘Hana Midori’, respectivamente, utilizando como fonte de adubação o esterco de peru, contendo 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, 69,87 kg ha<sup>-1</sup> de P e 108,33 kg ha<sup>-1</sup> de K.

Com a mesma cultivar utilizada nesse trabalho (híbrido BRO 68), utilizando como fonte fertilizantes minerais, Lalla *et al.* (2010) obtiveram, em Campo Grande - MS, massa de matéria fresca média da inflorescência de 482,6 g com adubação na cova de 2,0 g de N; 4,37 g de P e 12,5g de K por planta, coberturas quinzenais com 3,0 g de N por planta e a aplicação de 3,0 g de bórax/planta aos 15 dias após o transplante, utilizando o espaçamento de 1,00 x 0,50m.

Em relação às produtividades obtidas com o brócolis de inflorescência única, tem-se: 14,5 t ha<sup>-1</sup> do híbrido BRO 68 quando foi utilizada apenas a adubação mineral (Lalla *et al.*, 2010); 12,53 t ha<sup>-1</sup> do híbrido ‘Domador’ com o emprego de 25 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (Diniz *et al.*, 2008) e 22,08 t ha<sup>-1</sup> com o híbrido ‘Mônaco’ cultivado para fins industriais, no espaçamento de 0,20 m entre plantas e com a aplicação de 315 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O (Cecílio Filho *et al.*, 2012).

**Tabela 3.** Ciclo da cultura (CIC), massa de matéria fresca da inflorescência (MFI), produtividade em massa (PROD.), massas de matéria seca de limbo (MSL), caule (MSC), e pecíolo (MSP), número de folhas/planta (NF) e comprimento de planta (CP) observados na colheita do brócolis, em cultivo subsequente ao consórcio do taro e crotalária, considerando as épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

Corte (DAS)	CIC (dias)	MFI (g)	PROD.	t ha <sup>-1</sup>			NF (un)	CP (cm)
				MSL	MSC	MSP		
Controle	105,0a	355,91b	08,90b	1,20a	0,59a	0,61a	18,12a	58,06a
55	108,0a	349,97b	08,72b	1,02a	0,51a	0,53b	17,25a	57,11a
70	107,0a	371,63b	09,29b	1,02a	0,55a	0,47b*	18,00a	57,19a
85	106,5a	419,64b	10,49b	1,11a	0,53a	0,56b	18,25a	57,35a
100	106,5a	411,19b	10,28b	1,20a	0,57a	0,62a	19,12a	60,54a
115	106,5a	392,16b	09,80b	1,22a	0,58a	0,64a	18,00a	59,15a
130	107,0a	389,75b	09,74b	1,17a	0,55a	0,58b	17,50a	57,94a
145	106,5a	497,41a*	12,43a*	1,33a	0,59a	0,66a	17,75a	61,31a
160	105,8a	504,31a*	12,61a*	1,28a	0,60a	0,65a	18,00a	63,19a
190	106,5a	479,34a*	11,98a*	1,27a	0,61a	0,68a	20,37a	61,50a
220	104,0a	483,53a*	12,09a*	1,25a	0,63a	0,61a	18,37a	63,95a
CV(%)	1,56	15,02	15,02	14,06	10,77	12,98	7,86	6,86
Média	106,3	423,17	10,58	1,19	0,57	0,60	18,25	59,75

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; e médias nas colunas seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Apesar de em alguns trabalhos obterem maiores produtividades em cultivos realizados com adubação mineral, no presente trabalho verificou-se que o efeito residual da massa cortada da crotalária pode elevar a produtividade do brócolis quando cortada mais próxima da data de transplântio, com 128 dias ou menos de antecedência. Assim, verifica-se que o pré-cultivo da crotalária, quando bem manejada, pode proporcionar produção de inflorescências com massa semelhante ou até superior às obtidas em cultivos que são utilizados esterco ou fertilizantes minerais como fonte de nutrientes.

Outros trabalhos corroboram com os resultados aqui obtidos. Ribas (2005), observou que doses de 4 e 8 t ha<sup>-1</sup> de mucuna associadas a 12 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico em cada dose resultaram em aumento de produtividade do brócolis Piracicaba Precoce (tipo ramoso), igualando-se estaticamente ao tratamento em que foi usada apenas a adubação mineral. Diniz (2011) também verificou efeito positivo do adubo verde na produção de inflorescência do brócolis híbrido de cabeça única ‘Legacy’ em que a produção das plantas que receberam doses de 3, 6 e 9 t ha<sup>-1</sup> de adubo verde (*Crotalaria juncea*) + 12 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico foi maior do que a das plantas da testemunha absoluta, que não recebeu adição de composto orgânico, nem de fertilizante mineral; a produção das plantas na dose de 6 a 9 t ha<sup>-1</sup> foi superior à produção da

testemunha com 25 t ha<sup>-1</sup> de composto, e na dose de 9 t ha<sup>-1</sup> de adubo verde + 12 t ha<sup>-1</sup> de composto a produção foi similar das plantas que receberam apenas adubação mineral.

A maior produtividade do brócolis nos tratamentos referentes às últimas épocas de corte da crotalária pode estar relacionado com as quantidades de nutrientes, principalmente N e K, presentes na massa do material cortado, já que o brócolis é considerado exigente nesses nutrientes (Cecílio Filho *et al.*, 2012).

A sincronização entre a liberação dos nutrientes e o período de maior exigência nutricional por parte do brócolis pode também ter sido fundamental. Franco & Souto (1984) estimam que num período de 150 dias, 50 % do N proveniente do adubo verde seja mineralizado; o restante é mineralizado mais lentamente. Entretanto, a liberação de nutrientes por parte das leguminosas depende de fatores como a composição da espécie por ocasião da época de corte, as variações da atividade microbiana em função das características do solo e as condições climáticas da região, principalmente, temperatura e precipitação. Por essas razões, estudos sobre a decomposição e liberação de nutrientes por parte da biomassa de leguminosas mostram resultados bastante discrepantes.

Em condições de Cerrado, foram observadas taxa de decomposição de 43,8% da palhada de *Crotalaria juncea* nos primeiros 42 dias (Torres *et al.*, 2005). Em Viçosa-MG, o T<sub>1/2</sub> necessário para decomposição de 50% da massa de matéria seca da crotalária, ocorreu aos 96,3 dias (Rodrigues *et al.*, 2011). Aos 60 dias a massa de matéria seca remanescente correspondeu a 66,4% da massa inicial e o T<sub>1/2</sub> necessário para liberação de 50 % do N ocorreu aos 33,3 dias (Rodrigues *et al.*, 2011). Diniz *et al.* (2007) verificaram que a meia vida de liberação do N por parte da mucuna - cinza incorporada aos 0, 15, 30 e 45 dias após o transplântio do brócolis foi de 24 dias, ocorrendo sincronia entre a taxa de crescimento relativo da cultura e a liberação de N, do adubo verde, quando incorporado no início do cultivo.

Ainda na Zona da Mata de Minas Gerais, Moura *et al.* (2005) e Lima *et al.* (2009) observaram que a decomposição das leguminosas apresenta uma fase mais acentuada nos primeiros quinze dias, seguida por um ritmo lento e constante até aos 240 dias. No caso da liberação de nutrientes, esses autores afirmam que o P foi o elemento que apresentou a maior taxa, que foi em torno de 60 % nos primeiros 15 dias, enquanto apenas 32 % do N foi liberado neste período. Em relação à crotalária, Perin *et al.* (2010)

verificaram que os resíduos apresentaram maior liberação de P do que as da vegetação espontânea, com meia vida de 11 dias.

As maiores produtividades de cabeça ocorreram nos tratamentos cujos cortes da crotalária foram realizadas a partir de meados de março (145 DAS). Esse é um período em que, nas condições de Viçosa-MG, ocorre diminuição da precipitação e da temperatura, o que pode ter dificultado a decomposição da biomassa da crotalária. Entretanto, com o transplante das mudas de brócolis, o aumento da umidade devido ao uso da irrigação pode ter proporcionado condições para a decomposição do material cortado e a consequente liberação de nutrientes para a cultura.

Os maiores valores de N e K foram fornecidos pela crotalária cortada aos 115 DAS (Tabela 2); entretanto, a produtividade de brócolis obtida neste tratamento não se apresentou superior (Tabela 3). Explicação para esse fato por ser atribuída às condições favoráveis de umidade e de temperatura para sua decomposição por ocasião desse corte, acelerando o processo de perdas por lixiviação e volatilização. Além disso, parte dos nutrientes mineralizados pode ter sido absorvido pelo próprio taro não apresentando, assim, efeito residual positivo sobre a cultura do brócolis devido a ausência de sincronia entre liberação de nutrientes da biomassa residual e exigência nutricional por parte do brócolis.

Quanto à massa de matéria seca do pecíolo (Tabela 3), Diniz *et al.* (2010) obtiveram valor semelhante (18,86 g/planta) avaliando o efeito de doses de mucuna cinza no crescimento e produção de brócolis cultivado em sistema orgânico. Os autores observaram também que, à medida que aumentavam as doses de mucuna aumentava também a massa da matéria seca das plantas. No presente trabalho, para massa de matéria seca do pecíolo, não foi observado esse mesmo comportamento, uma vez que a média do tratamento de corte aos 70 DAS apresentou-se inferior ao controle, não sendo verificado, efeito residual da massa cortada de crotalária.

## **5.2 Indicadores econômicos**

Em relação aos indicadores econômicos (Tabela 4), a RB e a RL dos tratamentos em que o corte da crotalária foi realizado a partir dos 145 DAS foi superior aos demais tratamentos e ao controle, sendo que a RB do tratamento de corte aos 85 DAS e a RL dos tratamentos de corte aos 85 e 100 DAS também foram superiores ao controle

(Dunnet). Referente a TR e IL os tratamentos em que o corte da crotalária ocorreu a partir dos 145 DAS, juntamente com os tratamentos de corte aos 85 e aos 100 DAS, formaram um grupo de médias com maiores valores, comparado aos demais, e ao tratamento controle.

Os valores dos indicadores econômicos encontrados nesse trabalho (Tabela 4) estão relacionados com as produtividades do brócolis obtidas nos tratamentos de corte da crotalária (Tabela 3). Esses indicadores foram semelhantes aos obtidos em trabalho com uso apenas da adubação mineral (Lalla *et al.*, 2010).

Destaca-se aqui os valores de TR e IL observados nos tratamentos de corte aos 85 e 100 DAS que, além de mostraram-se superiores ao tratamento de controle, não apresentaram diferenças em relação aos tratamentos de corte realizados a partir dos 145 DAS. Vale lembrar que esses tratamentos foram originados do trabalho de épocas de corte da crotalária em consórcio com taro (Capítulo I) e que a produtividade do taro foi afetada apenas nos tratamentos em que o corte da crotalária foi realizado a partir dos 145 DAS. Portanto, essas duas épocas de corte da crotalária em consórcio com taro (85 e 100 DAS) seriam boas opções pois, além de não afetarem a produtividade da cultura do taro cultivado na forma de consórcio, apresenta indicadores econômicos para o brócolis superiores ao controle, sem diferir dos tratamentos com corte a partir dos 145 DAS e que afetaram a produção de taro no consórcio.

No presente trabalho a cultura do brócolis foi implantada diretamente sobre a palhada da crotalária. Melo (2007), avaliando a rentabilidade do brócolis de inflorescência única cultivado em sistemas de Plantio direto e Convencional, verificou que os custos de produção foram semelhantes, mas para as operações realizadas no preparo de solo, o Plantio direto apresentou redução de 21,46% dos custos e, ao final do projeto, observou que a taxa de retorno foi de 3,20 para o sistema Convencional e de 3,85 para o Plantio direto. Baseado no trabalho de Melo (2007), podemos considerar que o plantio direto do brócolis sobre a palha de crotalária, se apresenta como boa opção pois proporciona melhorias futuras das características do solo, com benefícios ambientais e econômicos.

**Tabela 4.** Indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do brócolis em cultivo subsequente ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, considerando as épocas de corte da leguminosa em dias após a sementeira da crotalaria (DAS)

Corte DAS	RB	RL	TR	IL
	----- R\$/ha <sup>-1</sup> -----		R\$/R\$	%
Controle	14.767,64 b	6.944,91 b	1,88 b	47,00 b
55	14.613,94 b	6.837,70 b	1,88 b	46,00 b
70	15.706,82 b	7.756,85 b	1,97 b	49,00 b
85	17.491,31 b*	9.155,98 b*	2,09 a*	52,00 a*
100	17.248,43 b	8.981,37 b*	2,08 a*	52,00 a*
115	16.341,37 b	8.227,28 b	2,01 b	50,00 b
130	15.783,02 b	7.687,43 b	1,94 b	48,00 b
145	19.759,28 a*	10.798,04 a*	2,20 a*	55,00 a*
160	19.934,51 a*	10.917,75 a*	2,21 a*	55,00 a*
190	19.936,66 a*	11.120,23 a*	2,26 a*	56,00 a*
220	19.130,04 a*	10.279,82 a*	2,15 a*	53,00 a*
CV(%)	12,50	18,72	6,96	7,02
Média	17.337,55	8.973,40	2,06	0,51

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

### 5.3 Exportação de nutrientes pela cultura do brócolis

As quantidades de nutrientes exportadas pelas inflorescências (Tabela 5), tiveram o mesmo comportamento da produção de massa de matéria fresca e produtividade de inflorescência (Tabela 3), com maiores valores exportados nos tratamentos de corte realizados a partir dos 145 DAS, comparados aos demais tratamentos de corte e ao controle (Tabela 5). As quantidades de nutrientes exportadas pelas inflorescências variaram de 15,73 a 22,62 kg ha<sup>-1</sup> de N; 4,13 a 5,95 kg ha<sup>-1</sup> de P; 11,73 a 16,88 kg ha<sup>-1</sup> de K; 18,21 a 25,77 kg ha<sup>-1</sup> de Ca; 2,26 a 3,19 kg ha<sup>-1</sup> de Mg; 4,44 a 6,38 kg ha<sup>-1</sup> de S; 25,58 a 36,80 g ha<sup>-1</sup> de Zn; 225,09 a 332,33 g ha<sup>-1</sup> de Fe; 37,62 a 54,12 g ha<sup>-1</sup> de Mn; 1,50 a 2,16 g ha<sup>-1</sup> de Cu e 16,40 a 23,60 g ha<sup>-1</sup> de B.

Em trabalho de Schweitzer *et al.* (2012), os conteúdos de macro e micronutrientes em inflorescência de brócolis foram de: N = 43,6; P = 11,8; K = 15,5; Ca = 3,2 e Mg = 1,1 kg ha<sup>-1</sup>; tde micronutrientes, os valores em g ha<sup>-1</sup> foram: Fe = 39,1; Mn = 7,7; Zn = 18,5; Cu = 2,2 e B = 25,3. No presente trabalho, foram encontrados maiores valores para Ca, Fe, Mn e Zn; valores semelhantes para Cu e K e os valores de N, P, Mg e B foram inferiores. No trabalho de Schweitzer *et al.* (2012) a origem do produto não é informada,

entretanto, em sistemas convencionais de cultivo altas quantidades de N e P são utilizadas na adubação o que pode favorecer a maior concentração desses nutrientes nas inflorescências.

Outra brássica, a couve-flor, cultivada apenas com a utilização de adubação mineral, exportou pelas inflorescências: N = 3,50; K = 0,296; Ca = 0,06; S = 0,29; Mg = 0,032; P = 0,249 g/planta e Fe = 2,08; Mn = 0,375; Zn = 1,01; B = 1,45 e Cu = 0,07 mg/planta (Castoldi et al., 2009). No presente trabalho, apenas os valores de N e B apresentaram-se inferiores aos observados na couve-flor.

**Tabela 5.** Quantidades de macro e de micronutrientes exportados pelas inflorescências de brócolis cultivado em sequência ao consórcio do taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	15,93b	4,19b	11,90b	18,45b	2,29b	4,50b	25,92b	234,09b	38,12b	1,52b	16,62b
55	15,73b	4,13b	11,73b	18,21b	2,26b	4,44b	25,58b	225,09b	37,62b	1,50b	16,40b
70	16,66b	4,38b	12,44b	19,30b	2,39b	4,70b	27,11b	244,83b	39,87b	1,59b	17,38b
85	18,76b	4,93b	14,00b	21,72b	2,69b	5,29b	30,51b	275,53b	44,87b	1,79b	19,56b
100	18,44b	4,85b	13,76b	21,36b	2,65b	5,21b	30,00b	270,93b	44,12b	1,76b	19,24b
115	17,55b	4,63b	13,14b	20,39b	2,53b	4,97b	28,64b	258,65b	42,12b	1,68b	18,37b
130	17,45b	4,95b	13,02b	20,21b	2,50b	4,93b	28,39b	256,34b	41,75b	1,67b	18,20b
145	22,26a*	5,85a*	16,61a*	25,77a*	3,19a*	6,28a*	36,21a*	326,95a*	53,25a*	2,13a*	23,22a*
160	22,62a*	5,95a*	16,88a*	26,20a*	3,25a*	6,38a*	36,80a*	332,33a*	54,12a*	2,16a*	23,60a*
190	21,47a*	5,65a*	16,03a*	24,86a*	3,08a*	6,06a*	34,93a*	315,44a*	51,37a*	2,05a*	22,40a*
220	21,63a*	5,69a*	16,14a*	25,05a*	3,10a*	6,10a*	35,19a*	317,74a*	51,75a*	2,07a*	22,56a*
<b>CV(%)</b>	15,01	15,07	15,05	15,04	15,04	15,04	15,04	15,48	15,04	15,04	15,04
<b>Média</b>	18,96	4,99	14,15	21,96	2,72	5,35	30,85	277,99	45,36	1,81	19,78

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

#### 5.4 Quantidade de nutrientes deixados na biomassa residual da cultura do brócolis

Após a colheita das inflorescências, os restos culturais da planta (caule e folhas) foram cortados e depositados sobre o solo. As quantidades de macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e de micronutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ ) contidas neste material não diferiram entre os tratamentos, embora maiores valores médios apresentaram-se nos tratamentos de corte realizados a partir dos 145 DAS (Tabela 6). As quantidades variaram de: 42,58 a 54,08 de N; 11,20 a 14,23 de P; 31,79 a 40,36 de K; 49,31 a 62,54 de Ca; 6,11 a 7,76 de Mg; 12,02 a 15,27 de S; 69,27 a 87,97 de Zn; 625,51 a 794,36 de Fe; 101,87 a 129,37 de Mn; 4,07 a 5,17 de Cu e 44,42 a 56,41 de B.

Teores médios de macronutrientes na massa seca de brócolis cultivado com 5, 10, 15, 20 e 25  $\text{t ha}^{-1}$  de composto orgânico foram de: 4,6%; 0,6%; 3,8%; 2,3%; 0,3% e 0,7% para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente (Diniz et al., 2008). As médias obtidas no presente trabalho foram superiores às encontradas por Diniz apenas para o Ca. De acordo com Hochmuth *et al.* (1991), os valores de referência para os teores de macronutrientes no tecido foliar de brócolis variam de: N = 2,4 a 4,0%; P = 0,2 a 0,4%; K = 1,6 a 2,5%; Ca = 0,8 a 1,5% e Mg = 0,23 a 0,4%. A massa depositada sobre o solo apresentou valores superiores para P e Ca, menores para N e K e dentro dos valores de referência para Mg, embora tenha sido composta de caule e de folhas.

Deve-se considerar que na maioria dos trabalhos que avaliam as quantidades de nutrientes presentes nos tecidos do brócolis, são realizadas adubações de plantio e em cobertura buscando suprir a necessidade da cultura no período de maior exigência que ocorre entre 28 e 56 dias após o transplântio (Diniz, 2011). No presente trabalho a única fonte de nutrientes utilizada foram os resíduos do cultivo anterior do consórcio do taro e crotalária, cujos cortes da crotalária foram realizados, aproximadamente, de 3 a 8 meses antes da época de maior exigência da cultura do brócolis. Portanto, esse fato pode ter contribuído pelos menores teores de alguns nutrientes observados nos restos culturais do brócolis, comparados a outros trabalhos.

**Tabela 6.** Quantidades de macro e de micronutrientes presentes nos restos culturais do brócolis cultivado em sequência ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	50,31a	13,24a	37,56a	58,26a	7,22a	14,20a	81,85a	739,10a	120,37a	4,81a	52,48a
55	43,05a	11,33a	32,18a	49,85a	6,18a	12,15a	70,04a	632,42a	103,00a	4,12a	44,91a
70	42,58a	11,20a	31,79a	49,31a	6,11a	12,02a	69,27a	625,51a	101,87a	4,07a	44,42a
85	45,87a	12,07a	34,24a	53,12a	6,58a	12,95a	74,63a	673,86a	109,75a	4,39a	47,85a
100	50,16a	13,20a	37,44a	58,08a	7,20a	14,16a	81,60a	736,80a	120,00a	4,80a	52,32a
115	50,84a	13,37a	37,94a	58,86a	7,30a	14,35a	82,70a	746,78a	121,62a	4,86a	53,03a
130	48,07a	12,65a	35,88a	55,66a	6,90a	13,57a	78,20a	706,10a	115,00a	4,60a	50,14a
145	54,08a	14,23a	40,36a	62,54a	7,76a	15,27a	87,97a	794,36a	129,37a	5,17a	56,41a
160	53,03a	13,95a	39,58a	61,41a	7,61a	14,97a	86,27a	779,01a	126,87a	5,07a	55,32a
190	52,41a	14,12a	40,05a	62,13a	7,70a	15,15a	87,29a	788,22a	128,37a	5,13a	55,97a
220	52,09a	13,71a	38,88a	60,32a	7,48a	14,70a	84,74a	765,20a	124,62a	4,98a	54,34a
CV(%)	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72
Média	49,32	13,01	36,9	57,23	7,09	13,95	80,41	726,12	118,26	4,73	51,56

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

O corte das plantas de brócolis após a colheita das inflorescências e sua distribuição sobre o solo é uma prática comum quando se cultivam hortaliças no sistema de Plantio direto. Junior *et al.* (2009) afirmam que o sistema de Plantio direto, baseado no revolvimento mínimo do solo, na rotação de cultura e na manutenção da cobertura do solo com resíduos vegetais, apresenta como vantagens a redução no uso de máquinas, melhoria da estrutura do solo, aumento da infiltração e retenção de água no solo, redução das perdas de água por evaporação e escoamento superficial, melhorias do desenvolvimento do sistema radicular das plantas e no controle de plantas invasoras, redução da erosão e do impacto da chuva e aumento da eficiência do uso de água pelas plantas. Além desses benefícios, caules e folhas com longos pecíolos do brócolis depositados sobre o solo passarão por um processo de decomposição com liberação dos nutrientes para o solo que poderão ser aproveitados por hortaliças cultivadas em sucessão.

### **5.5 Composição química do solo após o cultivo do brócolis**

Em relação à composição química do solo coletado antes do transplante e após a colheita do brócolis, destaca-se pequeno aumento do teor de matéria orgânica na maioria dos tratamentos, do grande aumento do teor de K em todos os tratamentos e queda do teor de Ca na maioria dos tratamentos. Os valores de pH e de Mg, praticamente não foram alterados e os de P com pequenos aumentos em alguns tratamentos e reduções em outros (Tabela 7).

O aumento do teor de K pode estar relacionado com os altos teores desse nutriente contido na parte aérea do taro e que permaneceu na área após a colheita. O teor de K em folhas de taro ‘Japonês’, avaliada por nove épocas, apresentou valor máximo aos 45 DAP com 8% e o valor mínimo aos 285 DAP com 1,04%; na cabeça central os valores variaram de 1,82 a 3,12%, enquanto nos rizomas filhos de 2,37 a 3,06 % (Puiatti *et al.*, 1992). O acúmulo de massa de matéria fresca e seca no taro é crescente até aos 165 DAP (Puiatti *et al.*, 1992). No consórcio taro e crotalária, que antecedeu o cultivo do brócolis (Capítulo I), esse período ocorreu em meados de março, época em que temperatura e precipitação começam a diminuir nas condições de Viçosa-MG, dificultando a decomposição dos restos vegetais da crotalária e da parte aérea do taro.

**Tabela 7.** Valores de pH, matéria orgânica (MO), P, K, Ca e Mg observados em pré-plantio do brócolis (PPB) e por ocasião da colheita do brócolis (CB) cultivado em sequência ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	pH (H <sub>2</sub> O)		MO (dag kg <sup>-1</sup> )		P (mg dm <sup>-3</sup> )		K(mg dm <sup>-3</sup> )		Ca(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		Mg(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	
	PPB	CB	PPB	CB	PPB	CB	PPB	CB	PPB	CB	PPB	CB
Controle	5,7	5,5	3,3	4,1	75,3	57,1	42	118	3,8	3,9	0,7	0,7
55	5,7	5,8	4,3	4,1	61,1	68,7	87	130	4,8	3,8	0,9	0,8
70	5,7	5,4	3,5	4,1	58,8	54,9	39	120	3,9	3,9	0,7	0,8
85	5,6	5,5	3,9	4,4	68,0	59,4	47	111	4,6	4,1	0,8	0,9
100	5,6	5,5	3,6	4,1	36,0	61,6	46	108	3,9	3,7	0,8	0,8
115	5,7	5,5	3,9	4,0	50,1	57,1	48	111	4,7	3,5	1,0	0,8
130	5,7	5,5	3,5	3,9	28,5	57,1	69	95	4,2	3,6	0,9	0,9
145	5,7	5,7	3,7	4,0	63,3	66,3	75	132	4,4	4,0	0,8	0,9
160	5,6	5,8	4,1	4,3	58,8	54,9	78	167	5,0	4,2	0,9	0,9
190	5,6	5,4	3,7	4,0	58,8	59,4	76	116	4,2	3,6	0,8	0,8
220	5,6	5,5	3,6	4,3	63,3	59,4	41	118	4,2	3,7	0,8	0,7

Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples (duas da área útil de cada unidade experimental).

Além disso, na colheita do taro realizada por ocasião do final de outono, além da parte área das plantas de taro, partes de rizomas com injúrias causadas pela colheita, foram deixados no campo, o que também pode ter contribuído para a maior disponibilidade de K no final do cultivo subsequente do brócolis.

A massa de crotalária depositada sobre o solo também pode ter contribuído para o aumento do teor de K, uma vez que apresentou quantidades de 47,5 a 173,54 kg ha<sup>-1</sup> deste nutriente (Tabela 2). Com o transplante do brócolis, iniciou-se o manejo da irrigação e com isso aumento da umidade favorecendo a decomposição, tanto da massa cortada de crotalária quanto dos restos culturais de taro ainda presentes, propiciando a liberação deste nutriente para o solo.

Segundo Faquin (1994), as perdas de K pela biomassa do material vegetal são maiores que as de N e P, uma vez que o K não faz parte de nenhum composto orgânico. Avaliando a liberação do K durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* na região sul do Brasil, Miotto *et al.* (2007) verificaram quantidade acumulada de 231,8 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que aos 36 dias após o manejo (DAM) 90% deste total havia sido liberado e aos 91 DAM restavam apenas 2,7 % da quantidade inicial. Na Zona da Mata de Minas Gerais, Moura *et al.* (2005) e Lima *et al.* (2009) destacam que 60% do K foi liberado durante o período de maior demanda nutricional dos cafeeiros com a semeadura da crotalária realizada em outubro/ novembro e a poda realizada aos 90 DAS, enquanto que somente 40 % do N e 20 % do P foram liberados neste período. Assim, provavelmente boa parte do K presente na crotalária e nos restos culturais do taro pode ter sido liberado durante o ciclo do brócolis, sem no entanto atingir alta taxa de absorção pela cultura, uma vez que os teores de K nos tecidos do brócolis foram inferiores aos observados em outros trabalhos (tabela 6).

Em relação ao fato da maioria dos tratamentos apresentarem elevação do teor de MO do solo, Delarminda *et al.* (2010) verificaram, dentre sete espécies de leguminosas incorporadas ao solo, que a *Crotalaria juncea* foi a que apresentou maior elevação do teor de MO aos 60 dias após o manejo. Por sua vez, Ricci *et al.* (2005), avaliando a influência da *Crotalaria juncea* no crescimento e estado nutricional das cultivares de café Catucaí, Oeiras, Tupi, Icatu, Obatá e Catuaí Vermelho aos 162 dias após o corte, verificaram aumentos do teor de MO no solo. No presente trabalho, a crotalária cortada não foi incorporada ao solo. A não incorporação da biomassa, dado o seu menor contato com o solo, pode tornar mais lenta a decomposição e conduzir a efeitos no solo num

maior prazo do que quando se faz a incorporação (Alcântara *et al.*, 2000). Portanto, as condições impostas ao solo por ocasião do cultivo do brócolis como capinas e irrigações frequentes pode ter favorecido a decomposição da crotalária e dos restos culturais do taro pelo aumento da umidade e do contato do material vegetal com o solo elevando assim o teor de matéria orgânica.

A queda no teor de Ca apresentada ao final do ciclo do brócolis, pela maioria dos tratamentos (Tabela 7), pode estar relacionada com altas quantidades deste nutriente absorvido pela cultura do brócolis (Tabelas 5 e 6). Por ocasião do transplante os valores apresentavam-se altos provavelmente devido às altas concentrações deste nutriente na massa de crotalária (Tabela 2) e nos restos culturais do taro. Perin *et al.* (2010) observaram que a crotalária apresentou maior acúmulo de Ca quando em cultivo solteiro e elevou o acúmulo desse nutriente no cultivo consorciado, comparativamente ao milho solteiro, devido mais a maior produção de massa do que ao maior teor de Ca na crotalária.

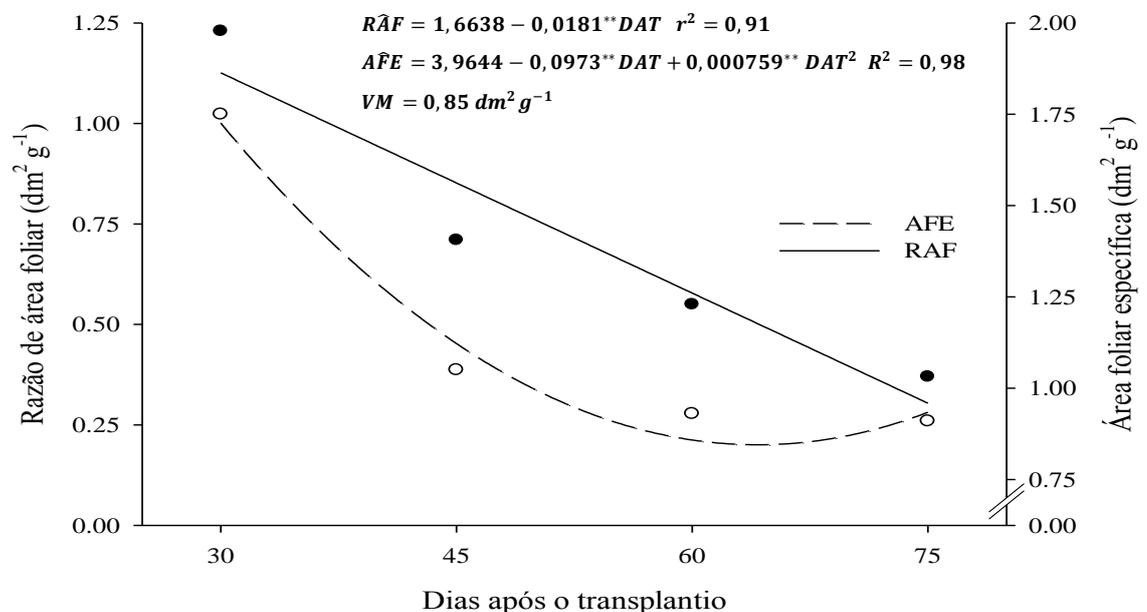
Parte da massa de crotalária que ainda não se encontrava totalmente decomposta, encontrou condições mais adequadas para mineralização durante o cultivo do brócolis; entretanto, a mineralização do Ca do tecido vegetal é lenta. Perin *et al.* (2010) destaca que dentre todos os nutrientes estudados, o Ca apresentou menor taxa de liberação demonstrando, dessa forma, os maiores valores de  $T_{1/2}$ . A lenta taxa de liberação de Ca do tecido vegetal é característica intrínseca desse nutriente. O Ca é um dos nutrientes constituintes da lamela média da parede celular e possui as funções de componente da parede celular e manutenção da estrutura das membranas, formando um dos componentes mais recalcitrantes dos tecidos vegetais (Vitti *et al.*, 2006). Desta forma, as altas quantidades de Ca absorvidas pelo brócolis, associada à baixa taxa de liberação no material vegetal ainda em estado de decomposição, pode ter proporcionado a queda dos teores desse elemento no solo ao final do ciclo do brócolis.

## **5.6 Índices fisiológicos em brócolis**

No presente trabalho, pela análise de variância, não houve efeito de tratamento nem interação tratamento x época de avaliação do crescimento do brócolis referente à área foliar específica (AFE) e à razão de área foliar (RAF). Entretanto, pela análise de regressão, verificou-se resposta quadrática da AFE durante o crescimento da cultura,

com o menor valor estimado de  $0,85 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  observado aos 64,09 dias após o transplante (Ponto Crítico). Já a resposta da RAF durante o crescimento da cultura foi linear decrescente, com diminuição à medida que aumentaram os dias após o transplante (Figura 1).

A área foliar específica (AFE) é o componente morfológico e anatômico da área foliar, porque relaciona a superfície com o peso de matéria seca da própria folha, ou seja, a superfície foliar é componente morfológico e o número e tamanho das células do mesofilo foliar é o anatômico; já a razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para fotossíntese, sendo a razão entre área foliar, responsável pela interceptação da energia luminosa e  $\text{CO}_2$  e a massa seca total da planta, que é resultado da fotossíntese (Benincasa, 2003).



**Figura 1.** Área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) em plantas de brócolis BRO 68 em função da idade da planta, em dias após o transplante das mudas. VM= Valor mínimo; \*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Em folhas de plantas de couve cultivada nos sistemas de monocultivo e consorciada com *Crotalaria spectabilis* e mucuna anã, Silva (2006) somente verificou efeito de tratamento nos valores de AFE na 10<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 14<sup>a</sup> colheitas, momento em que as leguminosas encontravam-se plenamente estabelecidas. Isso demonstra que as leguminosas neste estágio, promoveram a formação de microclima favorável à retenção de umidade por parte da couve, emitindo assim folhas mais túrgidas quando comparadas com o tratamento de controle. Entretanto, deve-se levar em consideração que na cultura

da couve, as folhas são retiradas constantemente para serem comercializadas apresentando, portanto, um comportamento diferente do brócolis.

De acordo com Benincasa (2003), em plantas, a AFE tende a reduzir durante o crescimento devido ao aumento no número de folhas e da biomassa das mesmas, ou seja, há translocação de fotoassimilados favorecendo um órgão em detrimento de outro.

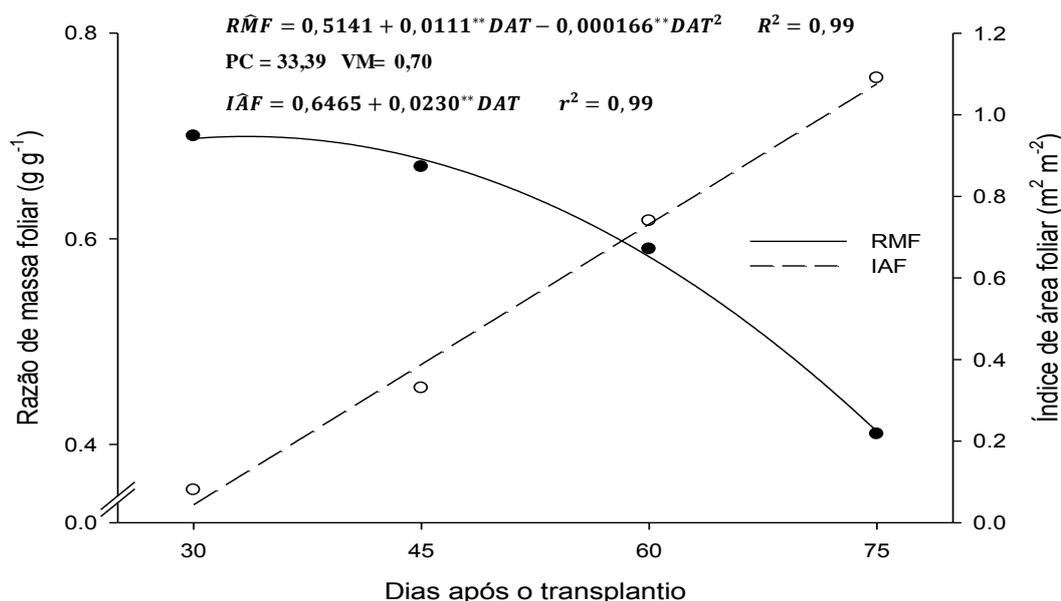
Por sua vez, o decréscimo da RAF ao longo das avaliações é explicado pelo aumento da interferência das folhas superiores sobre as inferiores com o crescimento da planta, promovendo redução da área foliar útil, a partir de certa fase, ocorrendo redução da RAF (Benincasa 2003). Em mudas de jatobá os valores da RAF decresceram no período de 30 a 120 dias após a emergência de mudas (Junior *et al.*, 2007).

Pela análise de variância não houve efeito de tratamento nem da interação tratamento x época de avaliação para a razão de massa foliar (RMF). Todavia, pela análise de regressão, a RMF teve comportamento quadrático com ponto de máximo estimado de 0,70 g/g observado aos 33,43 dias após o transplante (Figura 2).

A razão de massa foliar (RMF) reflete a relação do aparelho fotossintetizante em relação à biomassa vegetal. Em capim *Brachiaria brizantha* cv. xaraés cultivado com uma combinação de doses de N e K, à medida que se elevaram as doses de N, houve redução da RMF, provavelmente pelo fato de que quanto mais a planta cresce, maior é a fração do material fotossintetizante exportado para outros órgãos que não as folhas (Rodrigues *et al.*, 2008).

Em plantas de estilosantes submetidas à níveis de Ca, na maioria das coletas, o tratamento com o maior nível de Ca foi o que apresentou maiores valores de RMF; entretanto, para todos os tratamentos, à medida que o ciclo do vegetal se desenvolveu houve uma redução da RMF (Rodrigues *et al.*, 1993). Segundo Lugg & Sinclair (1980), à medida que as folhas atingem sua fase madura, começa a haver decréscimo na RMF, ou seja, há direcionamento de compostos fotossintetizantes para outros órgãos vegetais, o que corrobora com os resultados obtidos neste trabalho.

Quanto ao índice de área foliar, houve efeito isolado de tratamento e de época de avaliação. Na análise de regressão ao longo das épocas, verificou-se resposta linear crescente do IAF à medida que aumentou a idade da planta (Figura 2). Entre tratamentos, aqueles em que o corte da crotalária foi realizado aos 145, 160 e 220 DAS, apresentaram valores de IAF maiores que o controle (Tabela 8).



**Figura 2.** Razão de massa foliar (RMF) e Índice de área foliar (IAF) em plantas de brócolis BRO 68 em função da idade da planta, em dias após o transplante das mudas.

PC = Ponto crítico; VM= Valor máximo; \*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

**Tabela 8.** Valores médios do Índice de área foliar (IAF) obtidos de quatro avaliações durante o crescimento do brócolis, considerando o efeito residual nos tratamentos monocultivo do taro (controle) e consórcio taro e crotalária cortada em diversas épocas, em dias após a semeadura (DAS)

Corte (DAS)	IAF
Controle	0,53a
55	0,46a
70	0,49a
85	0,51a
100	0,57a
115	0,55a
130	0,53a
145	0,64a*
160	0,62a*
190	0,60a
220	0,63a*
<b>CV (%)</b>	19,52
<b>Média</b>	0,56

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade; e médias seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

O Índice de Área Foliar (IAF) representa a área foliar total da planta por unidade de área do terreno destinada à planta e funciona como indicador da superfície foliar

disponível para interceptação e absorção de luz. Nesse trabalho, os maiores valores de IAF do brócolis, foram verificados em tratamentos onde o corte da crotalária foi realizado a partir de 145 DAS. Nesses tratamentos também foram verificados maiores produções de inflorescência do brócolis (Tabela 3) evidenciando a importância da área foliar na produção do brócolis. Portanto, com o manejo da cultura do brócolis, a dinâmica de decomposição pode ter sido reativada e maior quantidade de nutrientes, especialmente o N, pode ter sido liberada ao solo para absorção da cultura.

Em couve-flor, Castoldi *et al.* (2009) verificaram que o IAF aumentou continuamente, sendo o maior valor observado aos 69 DAT. Espera-se que o comportamento do brócolis seja semelhante ao da couve-flor, à medida que a área foliar cresce, o IAF também aumenta, até atingir um valor em que o auto-sombreamento passa a ser prejudicial.

Avaliando o IAF da soca da cana-de-açúcar em cultivo intercalar com a *Crotalaria juncea*, Prellwitz & Coelho (2011) verificaram que o tratamento em que a leguminosa foi semeada em duas linhas aos 44 dias após o corte da cana e cortada aos 110 dias após o semeio apresentou o maior valor médio de IAF (4,62), o que resultou em maior produtividade de matéria seca (9,02 t ha<sup>-1</sup>) e, conseqüentemente, maior aporte de N (250 kg ha<sup>-1</sup>).

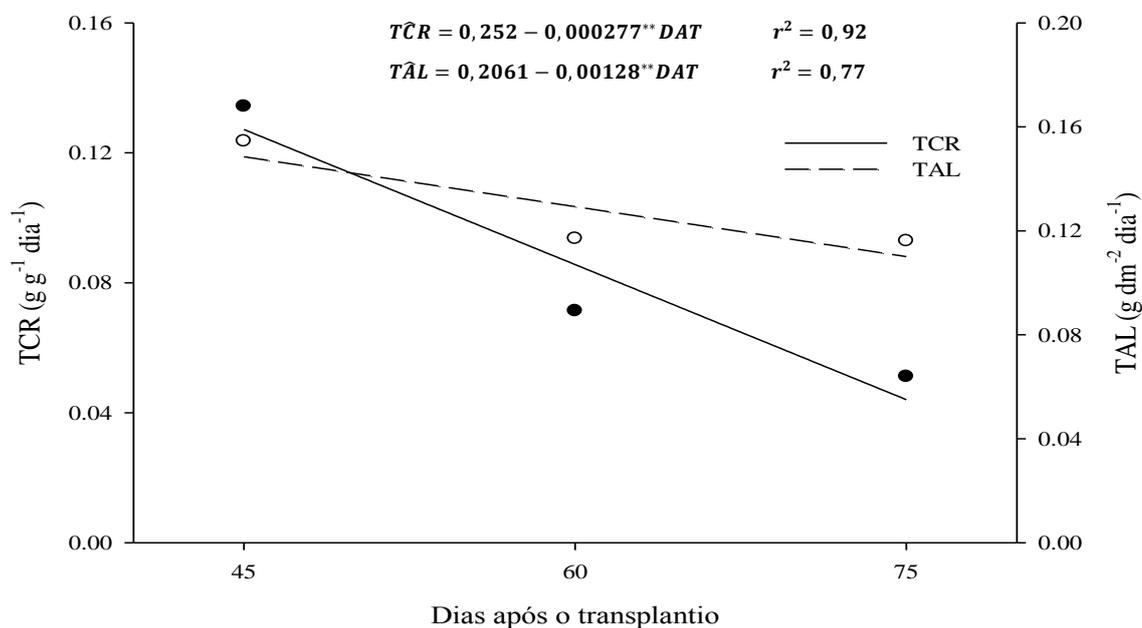
Não houve efeito de tratamento nem da interação tratamento x época de avaliação com relação à taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). Todavia, na análise de regressão, o comportamento da TCR e da TAL foi linear decrescente com o passar dos dias após o transplante (Figura 3).

A TCR é uma das medidas mais adequada para avaliar o crescimento de uma planta, pois representa a quantidade de material vegetal produzido por determinada quantidade de material existente, durante um intervalo de tempo prefixado (Oliveira *et al.*, 2002). Por sua vez, a TAL representa o incremento de material vegetal por unidade de área foliar e de tempo (Benincasa, 2003).

O fato do efeito residual da crotalária não influenciar nas respostas da TCR, difere do resultado encontrado por Diniz (2011). Esse autor verificou, na maior dose de *Crotalaria juncea* (9 t ha<sup>-1</sup>), valor mais elevado da TCR na avaliação realizada nos primeiros 10 dias o que, provavelmente, foi devido ao maior suprimento de N e de outros nutrientes. Entretanto, deve-se levar em consideração que, diferentemente desse trabalho em que as plantas de crotalária foram alocadas sobre o solo em um período de

53 a 214 dias antes do transplante do brócolis, no trabalho de Diniz (2011) as doses de crotalária foram depositadas sobre o solo após ao transplante, o que pode ter proporcionado maior sincronia da mineralização com a exigência nutricional por parte do brócolis. Todavia, Diniz (2011) também observou que embora maiores valores de TCR foram registrados nos primeiros 10 dias de avaliação, nas avaliações seguintes os valores apresentaram-se menores, resultado esse que vai de encontro ao observado nesse trabalho.

Decréscimos nos valores de TCR ao longo do ciclo da cultura são comuns para a maioria das espécies, inclusive no brócolis, e estão relacionados aos decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar. Com o aumento da massa acumulada pela planta, ocorre aumento da necessidade de fotoassimilados para a manutenção dos órgãos já formados (folhas, caules, pecíolos e inflorescências); assim, a quantidade de fotoassimilados disponível para o crescimento (TCR) tende a ser menor (Benincasa, 2003).



**Figura 3.** Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL) em plantas de brócolis BRO 68 em função da idade da planta, em dias após o transplante das mudas. \*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

No presente trabalho, o comportamento da TAL durante o crescimento da cultura do brócolis foi linear decrescente com o passar dos dias após o transplante (Figura 3). Na cultura da batata, Baggio *et al.* (2009), não observaram diferenças significativas na

TAL entre doses de N de 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> na avaliação realizada até aos 55 dias após a emergência (DAE).

Em relação ao comportamento da TAL durante o crescimento das plantas de couve-flor, maiores valores de TAL foram observados nos primeiros 28 DAT, sendo que a partir daí ocorreu queda (Castoldi *et al.*, 2009). Essa diminuição da TAL ao longo do desenvolvimento da cultura pode ser explicada pelo sombreamento mútuo devido ao arranjo foliar que permite pobre penetração de luz através do dossel.

## 6. CONCLUSÕES

- O cultivo do brócolis com o efeito residual do consórcio taro e crotalária é viável agrônômica e economicamente.
- Maiores valores de produtividade de inflorescência de brócolis e de rendas bruta e líquida são obtidos quando a crotalária do cultivo antecessor em consórcio com taro é cortada a partir dos 145 dias após a semeadura (128 a 53 dias antes do transplante do brócolis).
- Maiores valores de taxa de retorno e de índice de lucratividade do brócolis são obtidos quando a crotalária do cultivo antecessor em consórcio com taro é cortada aos 85, 100, 145, 160, 190 e 220 dias após a semeadura.
- Maiores valores de IAF são observados nos tratamentos em que apresentaram as maiores produtividades de brócolis.
- Aumento dos teores de K e de matéria orgânica e queda do teor de Ca no solo são observados após a colheita do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e crotalária.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA FA; FURTINI NETO AE; DE PAULA MB; MESQUITA HA; MUNIZ JA. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35: 277-288.

BAGGIO CA; STOETZER A; JUNIOR JV; MULLER MML; KAVAKAMI J. 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia: ABH. p. S3219-S3223.

BENINCASA MMP. 2003. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: Funep. 41p.

BODDEY RM; SÁ JC de M; ALVES BJR; URQUIAGA S.1997. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry** 29: 787-799.

CASTOLDI R; CHARLO HCO; VARGAS PF; BRAZ LT. 2009. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira** 27:438- 446.

CASTRO CM; ALVES BJRA; ALMEIDA DL; RIBEIRO RLD. 2004. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 779-785.

CECILIO FILHO AB; COSTA CC; REZENDE BLA; LEEUWEN R. 2008. Viabilidade produtiva e econômica do consórcio entre chicória e rúcula em função da época de plantio. **Horticultura Brasileira** 26: 316-320.

CECILIO FILHO AB; JUNIOR AAS; CORTEZ JWM. 2012. Produtividade e classificação de brócolos para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira** 30: 12-17.

DELARMINDA EA; SAMPAIO FAR; DIAS JRM; TAVELLA LB; SILVA JS. 2010. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazônica** 40: 625- 627.

DINIZ ER; ALMEIDA AR; MATTOS UJBM; VARGAS TO; PEREIRA WD; SANTOS RHS; OLIVEIRA NLC. 2010. Efeito de doses de adubo verde no crescimento e produção de brócolis orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. **Anais...** Guarapari - ES: ABH. p. S2819 - S2826.

DINIZ ER. 2011. **Efeitos de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho.** Viçosa - MG : UFV. 92 p. (tese de doutorado).

DINIZ ER; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; PETERNELLI LA; BARRELLA TP; FREITAS GB. 2007. Green manure incorporation timing for organically grown broccolli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** 42: 199-206.

DINIZ ER; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; PETERNELLI LA; BARRELLA TP; FREITAS GB. 2008. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 1428-1434.

DIXON GR; DICKSON MH. 2006. **Vegetable brassicas and related Crucifers**. Wallingford: CABI. 416 p.

FAQUIN V.1994. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE. 227p.

FILGUEIRA FAR. 2008. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 421p.

FONTES PCR. 1999. Brócolos. In: Ribeiro AC; Guimarães PTG; Alvarez VH. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG. p.183.

FRANCO AA; SOUTO SM. 1984. Contribuição da fixação biológica de N<sub>2</sub> na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas: p. 199-215.

HOCHMUTH GD; MAYNARD C; VAVRINA EH. 1991. **Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida**. Florida: University of Florida. 42 p.

JUNIOR DB; BRAGA LF; ROQUE CG; SOUSA MP. 2007. Análise de crescimento de *Hymenaea courbaril* L. sob efeito da inoculação micorrizica e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** 5: 1-15.

JUNIOR JMB; FACTOR TL. 2009. Oportunidades e dificuldades no plantio direto de hortaliças: o caso de São José do Rio Pardo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia – SP: ABH. p. S4033-S4035.

LALLA JG; LAURA VA; RODRIGUES APDC; JUNIOR SS; SILVEIRA DS; ZAGO VH; DORNAS MF. 2010. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira** 28: 360 - 363.

LIMA PC; MOURA, WM de. ; MENDONÇA, ES de. ; MANABE PMS; SANTOS, J dos.; REIGADO FR; REIS IL. 2009. Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 6. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ (CD-Rom).

LUGG DG; SINCLAIR TR. 1980. Seasonal changes in morphology and anatomy of field grown soybean leaves. **Crop Science** 20: 191-196.

MELO PE; GIORDANO LB; SILVA C. 1994. Avaliação de híbridos experimentais de brócolos de inflorescência única. **Horticultura Brasileira** 12: 90.

MELO RAC. 2007. **Produtividade e Rentabilidade de Brócolos de inflorescência única em sistema de plantio direto**. Brasília/DF : Universidade de Brasília. 56p. (Dissertação de mestrado).

MIOTTO A; PREDEBON R; DENARDIN RBN; WILDNER, LP do.; GIURRIATI A; GATIBONI LC. 2007. Liberação de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Potássio durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31. **Resumos...** Gramado – RS : SBCS (CD-ROM).

MOURA WM; LIMA PC; SOUZA HN; CARDOSO IM; MENDONÇA ES; PERTEL J. 2005. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar na zona da mata mineira. **Informe Agropecuário** 26:46-75.

OLIVEIRA EQ; BEZERRA NETO FB; NEGREIROS MZ; BARROS JÚNIOR AP; FREITAS KKC; SILVEIRA LM; LIMA JSS. 2005. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira** 23:285-289.

OLIVEIRA FF; GUERRA JGM; ALMEIDA DL; RIBEIRO RLD; ESPINDOLA JAA; RICCI MSF; CEDDIA MB. 2008. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira** 26: 216-220.

OLIVEIRA LEM; MESQUITA AC; FREITAS RB. 2002. **Análise de Crescimento de Plantas**. Disponível em <http://www.dbi.ufla.br/Fvegetal/AnaliseCrescimento>. Acessado em 29/03/2013.

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA S; GUERRA JGM; CECON PR. 2004. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 35-40.

PERIN A; SANTOS RHS; CABALLERO SSU; GUERRA JGM; GUSMÃO LA. 2010. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados. **Revista Ceres** 57: 274-281.

PRELLWITZ WPV ; COELHO FC. 2011. Produtividade de colmos, índice de área foliar e acúmulo de N na soca de cana-de-açúcar em cultivo intercalar com *Crotalaria juncea* L. **Revista Ceres** 58: 773-780.

PUIATTI M. 2002a. Manejo da cultura do taro. In: CARMO CAS. (ed). **Inhame e taro: sistema de produção familiar**. Vitória: Incaper. p.203-254.

PUIATTI M; GREEMAN S; KATSUMOTO R; FAVERO C. 1992. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame ‘Chinês’ e ‘Japonês’. **Horticultura brasileira** 10:89-92.

RIBAS RGT. 2005. **Doses de adubo verde em cobertura na produção orgânica de brócolis**. Viçosa – MG : UFV.57 p (tese de doutorado).

RICCI, MSF; ALVES BJR; MIRANDA SC; OLIVEIRA FF. 2005. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia agrícola** 62: 138 - 144.

RODRIGUES JD; RODRIGUES SD; PEDRAS JF; DELACHIAVE MEA; BOARO CSF; ONO EO. 1993. Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv "Cook"). **Scientia agricola** 50: 45-57

RODRIGUES LB; RODRIGUES MC; ARAÚJO JBS; SANTOS RHS. 2011. Decomposição de *Crotalaria juncea* como adubo verde para cafeeiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS NO BRASIL. 07. **Resumos...** Araxá – MG: EMBRAPA (CD – ROM).

RODRIGUES RC; MOURÃO GB; BRENNECKE K; LUZ PHC; HERLING VR. 2008. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 394-400.

SCHVEITZER B; OLIVEIRA LP; FOPPA T; SCAPIN VLV. 2012. Concentração de macro e micronutrientes presentes no Brócolis (inflorescência e caule), desidratado e in natura. In: ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, 19. **Resumos...** Tubarão: SBQ (CD – ROM).

SILVA E E. 2006. **Manejo orgânico da cultura da Couve em rotação com o milho, consorciados com leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto.** Seropédica – RJ : UFRRJ. 57p (Dissertação de mestrado).

SIQUEIRA RG; SANTOS RHS; PERIGOLO D; URQUIAGA S; RIBAS RGT; PETERNELLI LA. 2009. Nutrição nitrogenada e produção de brócolis cultivado com diferentes doses de mucuna em duas épocas. **Revista Ceres** 56: 826-833.

TAVARES CAM. 2000. Brócolos: O cultivo da saúde. **Revista Cultivar** 2: 20-22.

TORRES JLR; PEREIRA MG; ANDRIOLI I; POLIDORO JC; FABIAN AJ. 2005. Decomposição e liberação de Nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo** 29: 609-618.

TREVISAN JN; MARTINS GAK; LUCIO AD; CASTAMAN C; MARION RR; TREVISAN BG. 2003. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural** 33: 233 - 239.

VARGAS TO; DINIZ ER; SANTOS RHS; LIMA CTA; URQUIAGA S; CECON PR. 2011. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira** 29: 562 – 568.

VITTI GC; LIMA E; CICARONE F. 2006. Cálcio, magnésio e enxofre. In: Fernandes MS (ed). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.p.299-325.

## CAPÍTULO III

### **Efeito residual do consórcio taro e crotalária sucedido por cultivo do brócolis, sobre o desempenho da cultura do milho verde**

#### **1. RESUMO**

O cultivo do milho verde vem aumentando de forma significativa em pequenas e médias propriedades de agricultura familiar em função de sua lucratividade em relação ao milho cultivado para grão e a alta capacidade de absorver mão-de-obra. É uma cultura exigente em nutrientes, principalmente N e K, que na maioria das vezes é aplicado via fertilizantes minerais. Considera-se que a aplicação de adubos verdes apresenta baixa eficiência devido à imobilização temporária dos nutrientes ou à incorporação em formas orgânicas constituindo a matéria orgânica do solo. Entretanto, com a mineralização, o efeito residual dos adubos verdes pode ser evidenciado em cultivos sequenciais na mesma área. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito residual da biomassa de *Crotalaria juncea*, cultivada em consórcio com o taro e cortada em diferentes épocas após a semeadura, sobre o desempenho do milho verde Híbrido AG 1051 cultivado em sequência ao brócolis. O experimento foi conduzido na Horta de Pesquisas da Universidade Federal de Viçosa, no período de 25/11/2011 a 01/03/2012. Foi constituído de 11 tratamentos, correspondendo ao efeito residual do consórcio taro e crotalária com crotalária cortada aos 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS (dias após a semeadura), mais a monocultura do taro (controle). Por ocasião da colheita das espigas foram avaliados: diâmetro do caule; comprimento total da planta; altura de inserção da espiga principal; comprimento e massa de matéria fresca de espiga com e sem palha; produtividade em massa de espigas comerciais; composição nutricional da espiga e da planta após a colheita da espiga. Foram calculados os indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Após a colheita foi retirada amostra de solo para análise química. O efeito residual dos cultivos anteriores proporcionou maior altura das plantas e, excetuando-se o tratamento de corte aos 160 DAS, maior massa de matéria fresca de espiga com palha e produtividade de espigas comerciais comparado ao controle. Exceto a RB e RL no tratamento de corte realizado aos 160 DAS, todos os indicadores econômicos dos tratamentos do consórcio taro e crotalária apresentaram valores

superiores ao tratamento controle. Plantas de milho de todos os tratamentos de consórcio taro e crotalária apresentaram maior produção de massa de matéria seca e quantidade de macro e micronutrientes exportados pelas espigas. Houve efeito residual da biomassa da *C. juncea* sobre a produtividade e lucratividade do milho verde; além disso, foram depositados sobre o solo, pelos restos culturais do milho, valores de até 103 e de 177 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente, quantidades relevantes visando o cultivo subsequente de hortaliças no sistema plantio direto.

**Palavras-chave:** Adubos verdes, *Crotalaria juncea*, *Zea mays*, produção de espigas, sucessão de culturas.

## 2. ABSTRACT

### **Residual effect of the intercropping between taro and sunhemp proceeded by broccoli cultivation on the performance of corn crop**

The cultivation of corn has significantly increased in familiar small and medium farms due to its profitability compared to corn grown for grain and its high capacity to absorb labor. This is a high nutrient demanding crop, especially of N and K, which are most often applied via mineral fertilizers. It is considered that the application of green manure has low efficiency due to temporary immobilization of nutrients or to the incorporation in organic forms constituting the soil organic matter. However, with the mineralization, the residual effect of green manures can be evidenced in succession crops in the same area. The objective of this study was to evaluate the residual effect of the biomass of *Crotalaria juncea*, grown intercropped with taro and cut in different seasons after sowing on the performance of AG 1051 hybrid corn grown after broccoli. The experiment was conducted in the garden of the Federal University of Viçosa, from 25/11/2011 to 01/03/2012. It consisted of 11 treatments, corresponding to the residual effect of taro and sunhemp intercropping in which sunhemp was cut on 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 and 220 DAS (days after sowing) plus monocultivation of taro (control treatment). The following were evaluated on the harvest of ears: stem diameter, total plant length, insertion height of the main ear, length and fresh matter mass of husked and unhusked ear; productivity in mass of commercial ears; nutritional composition of the ear and plant after ear harvest. Gross income (RB), net income (RL), rate of return (TR) and profitability index (IL) were also evaluated. After harvest, soil

samples were taken for chemical analysis. The residual effect of previous crops provided higher plant height and, except for the treatment of cut on 160 DAS, higher fresh matter mass of husked ear and productivity of commercial ears than the control. All the economic indicators of the taro and sunhemp intercropping, except for GI and NI in the treatment of cutting performed at 160 DAS, showed higher values than in the control treatment. Corn plants of all treatments of taro and sunhemp intercropping produced more dry matter mass and amount of macro and micronutrients exported by the ears. There was a residual effect of biomass of *C. juncea* on productivity and profitability of green corn. In addition, values up to 103 and 177 kg ha<sup>-1</sup> of N and K were deposited on the soil by the corn crop residues. These represent significant amounts aiming at the subsequent cultivation of vegetables in non-tillage system.

**Keywords:** crop succession, *Crotalaria juncea*, ear production, green manures, *Zea mays*.

### 3. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays*) apresenta grande importância econômica e social no Brasil (CONAB, 2011). O cultivo de milho destinado à produção de milho verde vem aumentando de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos verdes, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos (Castro, 2010). Além disso, a sua produção absorve, principalmente, mão-de-obra familiar, que contribui para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, particularmente na época da colheita, que é realizada de forma manual (Cruz *et al.*, 2006).

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que essa extrai durante o seu ciclo. Para a cultura do milho, observa-se que a extração de N, P, K, Ca e Mg aumenta linearmente com o aumento na produção, e que a maior exigência é de N e K, seguindo-se do Ca, Mg e P (Coelho & França, 1995). Para o milho verde, Vasconcelos *et al.* (2002) recomenda para solo de fertilidade baixa ou média: de 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e de 100 a 140 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura; de 40 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na semeadura e de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na semeadura conjugado com uma adubação de cobertura; em caso de solos com alta fertilidade a adubação de cobertura deve ser suprimida.

A aplicação destes nutrientes, na maioria das vezes, é realizada com a adubação mineral por apresentar maior eficiência de absorção por parte das culturas. No caso do N, por exemplo, a eficiência varia de 26 a 61% (Figueiredo *et al.*, 2005; Alves *et al.*, 2006; Lange *et al.*, 2008), enquanto que a eficiência de recuperação do N aplicado via adubos verdes gira em torno de 20 % (Scivittaro *et al.*, 2000). Essa indisponibilidade pode acontecer devido à imobilização temporária dos nutrientes ou à incorporação em formas orgânicas na matéria orgânica do solo (Diniz, 2011).

Avaliando o potencial de mineralização e imobilização do N de leguminosas no solo durante sete semanas, Matos *et al.* (2008) verificaram maior mineralização na primeira semana, seguida de mineralização negativa devido a imobilização do N que predominou especialmente até a terceira ou quinta semana; após esse período, o N voltou à mineralização positiva, ficando potencialmente disponível às culturas. Tais resultados sugerem o significativo efeito residual dos adubos verdes, os quais poderiam ser evidenciados em cultivos sequenciais na mesma área.

O efeito residual da *Crotalaria juncea* na cultura do milho foi avaliado por Diniz (2011) que verificou aumento da produtividade de grãos com a aplicação de 9 t ha<sup>-1</sup> da leguminosa + 12 t ha<sup>-1</sup> de composto, quando comparado a testemunha (sem uso de fertilizante mineral e composto orgânico). Perin *et al.* (2006) verificaram que a presença da *C. juncea* no consórcio com milheto resultou em produtividade 56 e 67 % superior à vegetação espontânea e milheto, respectivamente, evidenciando a importância da inserção da leguminosa na elevação do rendimento de grãos. Mascarenhas *et al.* (1998) avaliaram o efeito da rotação do milho cultivado no verão e crotalária no inverno na produtividade do milho e verificaram, no terceiro ano de rotação, que todos os tratamentos foram superiores à testemunha, sem rotação, indicando ser, esta prática importante à essa cultura.

O efeito residual da *C. juncea* em um segundo cultivo sucessivo de olerícolas foi observado em alguns trabalhos. Vargas *et al.* (2011) avaliaram a produção de repolho em dois cultivos consecutivos ao corte da crotalária e verificaram que, no segundo cultivo, plantas de repolho cultivadas sob o efeito residual de parte aérea da crotalária resultaram em maiores produtividades, massa da matéria seca total e diâmetro da cabeça, quando comparada às plantas cultivadas com 100% de adubação mineral. O efeito do pré-cultivo de *C. juncea* no segundo cultivo consecutivo da alface (cv. Vera) foi avaliado por Purquério *et al.* (2011) que observaram valores de massa de matéria

fresca, massa de matéria seca, produtividade, diâmetro do caule e número de folhas superiores aos obtidos no cultivo da mesma variedade no segundo cultivo consecutivo onde a vegetação era composta de plantas infestantes (pousio).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro, e cortada em diferentes épocas após a semeadura, sobre a cultura do milho verde (híbrido AG 1051) cultivado em sucessão ao brócolis.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no período de 25/11/2011 a 01/03/2012, na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG, em solo Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, classe textural argiloso (28% de areia; 17% de silte e 55% de argila).

Os tratamentos consistiram da avaliação do efeito residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro, e cortada em diferentes épocas (Capítulo I) sobre a cultura do milho verde cultivado em sucessão ao brócolis, sem adubação (Capítulo II). Portanto, o experimento foi constituído de 11 tratamentos correspondentes ao monocultivo do taro e as 10 épocas de corte da parte aérea da crotalária (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS – dias após a semeadura da crotalária). No consórcio taro e crotalária (Capítulo I), o taro foi plantado em 23/09/2010 e a crotalária semeada em 26/10/2010. Os dez cortes da crotalária foram realizados entre 55 e 220 DAS, conforme acima. A colheita do taro foi realizada em 04/06/2011 e o transplante das mudas do brócolis (Capítulo II) em 26/07/2011, sendo a colheita do brócolis finalizada em 10/10/2011.

Nesse experimento (Capítulo III), o milho verde, híbrido AG 1051, foi plantado dia 25/11/2011, 340 dias após o 1<sup>o</sup> corte e 175 dias após o 10<sup>o</sup> corte da crotalária e 46 dias após a deposição da biomassa do brócolis. Amostras de solo retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade antes do plantio do milho, correspondentes aos tratamentos de biomassa residual, foram submetidas à análise química (Tabela 1). Por tratar-se de experimento cujo objetivo era avaliar o efeito residual do consórcio taro e crotalária, não foi feita a correção do solo e fertilização, e as quantidades de macro e micronutrientes presentes no solo foram advindas, dos nutrientes presentes na biomassa de crotalária nas respectivas épocas de corte (Tabela 2) e dos restos vegetais da cultura do brócolis (Tabela 3).

**Tabela 1.** Composição química de amostras de solo retiradas nas parcelas, antes do plantio do milho, nos respectivos tratamentos de épocas de corte da *Crotalaria juncea*, em dias após a semeadura da crotalária (DAS), nos cultivos anteriores de consórcio taro e crotalária seguido do cultivo de brócolis

Corte	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P <sub>rem</sub>	Zn	Fe	Mn	Cu	B
DAS	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						—%—	dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>					
Controle	5,5	57,1	118	3,9	0,7	0,0	5,28	4,90	4,90	10,18	48	0	4,1	28,2	9,4	69,8	180,9	2,2	0,4
55	5,8	68,7	130	3,8	0,8	0,0	4,78	4,93	4,93	9,71	51	0	4,1	29,5	12,9	90,7	217,2	2,7	0,4
70	5,4	54,9	120	3,9	0,8	0,0	5,45	5,01	5,01	10,46	48	0	4,1	29,5	9,4	61,4	157,0	2,3	0,2
85	5,5	59,4	111	4,1	0,9	0,0	5,45	5,28	5,28	10,73	49	0	4,4	29,5	10,9	57,2	178,0	2,2	0,3
100	5,5	61,6	108	3,7	0,8	0,0	5,45	4,78	4,78	10,23	47	0	4,1	30,9	10,0	67,7	199,0	2,6	0,3
115	5,5	57,1	111	3,5	0,8	0,0	4,95	4,58	4,58	9,53	48	0	4,0	28,2	9,6	88,6	197,1	2,4	0,3
130	5,5	57,1	95	3,6	0,9	0,0	4,95	4,74	4,74	9,69	49	0	3,9	29,5	10,2	136,9	193,3	2,4	0,3
145	5,7	66,3	132	4,0	0,9	0,0	5,12	5,24	5,24	10,36	51	0	4,0	30,9	11,1	69,8	198,1	2,9	0,3
160	5,8	54,9	167	4,2	0,9	0,0	4,29	5,53	5,53	9,82	56	0	4,0	30,9	8,5	48,8	136,9	1,5	0,3
190	5,4	59,4	116	3,6	0,8	0,0	5,94	4,70	4,70	10,64	44	0	4,3	29,5	9,1	59,3	175,1	1,8	0,4
220	5,5	59,4	118	3,7	0,7	0,0	5,12	4,70	4,70	9,82	48	0	4,0	29,5	9,8	63,5	173,2	2,4	0,3

Cada valor foi originado de amostra composta de oito amostras simples correspondentes a duas amostras retiradas na área útil de cada unidade experimental.

**Tabela 2.** Quantidades de macro e de micronutrientes presentes na *Crotalaria juncea* nas respectivas épocas de corte realizadas durante o cultivo no sistema de consórcio taro e crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

Corte DAS	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
55	40,51	4,56	47,45	23,36	6,02	3,10	49,27	208,05	135,05	10,95	49,82
70	56,05	6,38	42,57	38,55	8,27	3,78	47,30	683,48	146,63	11,82	64,56
85	92,03	12,80	97,52	67,65	16,46	8,53	127,99	1810,21	426,65	42,66	166,39
100	120,97	18,49	129,45	62,41	20,03	10,02	184,92	3259,21	729,60	38,52	282,77
115	171,48	21,69	173,54	84,70	28,92	13,43	278,91	4090,68	940,03	51,65	345,02
130	135,56	18,48	109,15	51,93	24,64	7,92	184,85	4296,21	677,80	44,01	279,92
145	152,68	26,10	151,38	70,47	27,40	13,05	287,10	1897,20	965,70	65,25	336,69
160	161,22	30,94	162,85	83,23	42,34	13,01	374,55	2068,19	1025,95	81,42	330,58
190	118,02	17,60	157,35	35,20	19,67	8,28	289,87	2526,01	1625,34	51,76	238,11
220	130,15	18,06	134,09	58,17	24,65	9,86	207,06	2317,10	4742,66	59,16	240,58

Cada valor foi originado de amostra composta de quatro amostras simples correspondentes a uma amostra retirada na área útil de cada unidade experimental, correspondente a à área de 4 m<sup>2</sup>.

**Tabela 3.** Quantidades de macro e de micronutrientes presentes nos restos culturais do brócolis, nas respectivas épocas de corte da *Crotalaria juncea* durante o cultivo anterior no sistema de consórcio taro e crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

Corte DAS	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	50,31	13,24	37,56	58,26	7,22	14,20	81,85	739,10	120,37	4,81	52,48
55	43,05	11,33	32,18	49,85	6,18	12,15	70,04	632,42	103,00	4,12	44,91
70	42,58	11,20	31,79	49,31	6,11	12,02	69,27	625,51	101,87	4,07	44,42
85	45,87	12,07	34,24	53,12	6,58	12,95	74,63	673,86	109,75	4,39	47,85
100	50,16	13,20	37,44	58,08	7,20	14,16	81,60	736,80	120,00	4,80	52,32
115	50,84	13,37	37,94	58,86	7,30	14,35	82,70	746,78	121,62	4,86	53,03
130	48,07	12,65	35,88	55,66	6,90	13,57	78,20	706,10	115,00	4,60	50,14
145	54,08	14,23	40,36	62,54	7,76	15,27	87,97	794,36	129,37	5,17	56,41
160	53,03	13,95	39,58	61,41	7,61	14,97	86,27	779,01	126,87	5,07	55,32
190	52,41	14,12	40,05	62,13	7,70	15,15	87,29	788,22	128,37	5,13	55,97
220	52,09	13,71	38,88	60,32	7,48	14,70	84,74	765,20	124,62	4,98	54,34

Amostra composta obtida de 11 plantas representativas, sendo uma de cada tratamento.

Utilizou-se o sistema de plantio direto, com as sementes de milho depositadas de 2 a 3 cm de profundidade sob as palhadas remanescentes de crotalária e restos culturais do brócolis, na mesma linha do cultivo anterior do brócolis, precedido da monocultura do taro ou do consórcio taro e crotalária. A parcela foi constituída de quatro fileiras espaçadas de 1,0 m com 3,0 m de comprimento. Em cada fileira foram distribuídas três sementes por cova, espaçadas de 0,20 m, procedendo-se ao desbaste 15 dias após o plantio, deixando-se uma planta por cova, cinco plantas/m linear, totalizando 60 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as duas fileiras centrais, exceto as plantas das extremidades. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

Os tratos culturais envolveram o desbaste, uma capina realizada aproximadamente 30 dias após o plantio, irrigação por aspersão convencional, quando necessário, e uma pulverização usando uma mistura de Deltamethrin (Decis 50 SC) com areia para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), conforme Bleicher *et al.* (2003).

Cerca de noventa dias após o plantio, com os grãos no estado leitoso, foi iniciada a colheita das espigas. Foram avaliadas 10 plantas das duas fileiras centrais em cada parcela. Com o auxílio de um paquímetro digital foi medido o diâmetro do caule (DC) de cada planta à altura de 1,0 m. Em seguida, as plantas foram cortadas rente ao solo e, com o auxílio de uma trena, foi medido o comprimento total da planta (CP), que compreendeu a área cortada rente ao solo até a extremidade superior do pendão floral, e a altura de inserção da espiga principal (AIE).

Em cada planta avaliada foi observada apenas uma espiga com padrão comercial. Determinou-se o comprimento e a massa de matéria fresca das espigas com e sem palha. Para todas as variáveis foi retirada uma média aritmética das dez avaliações realizadas. Com base no valor da massa de matéria fresca da espiga com palha foi obtida a produtividade em massa ( $t\ ha^{-1}$ ) de espigas comerciais.

Com os valores de produtividade obtidos em cada parcela, foi avaliada a rentabilidade da cultura considerando os seguintes indicadores: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Na obtenção da RB foi utilizada a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de espigas com palha de padrão comercial e o valor de comercialização por saca de 25 kg no CEASA-MG de Contagem, no período de 23/02/2012 a 01/03/2012. A RL foi obtida pela diferença entre a RB e o custo

operacional total (COT). O COT foi calculado a partir dos coeficientes técnicos para custo de produção do milho verde apresentado por Heredia Zarate *et al.* (2009), com modificações feitas a partir das necessidades de operações e insumos apresentadas no experimento. Os custos referentes à serviços, insumos, embalagens e transporte foram calculados a partir dos preços praticados na cidade de Viçosa- MG no período de novembro/2011 a março/2012. A TR por real investido foi obtida por meio da relação entre a RB e o COT. O IL foi obtido da relação entre a RL e RB e expresso em percentagem, conforme Oliveira *et al.* (2005) e Cecílio Filho *et al.* (2008).

Uma planta sem espiga, representativa de cada tratamento, foi picada e 500 g da massa de matéria fresca do material picado foi seca em uma estufa, com circulação contínua de ar, a uma temperatura de 70 °C até atingir massa constante. No material seco foram quantificados os teores de macro e micronutrientes. Esse mesmo procedimento foi realizado para as espigas com padrão comercial.

Após a colheita das espigas, em cada parcela, foram coletadas amostras de solo com o auxílio de uma sonda na profundidade de 0-20 cm. O solo coletado foi seco à sombra e em seguida enviado ao laboratório para análise de macro e micronutrientes, matéria orgânica,  $P_{rem}$  e pH.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância sendo as médias dos tratamentos de épocas de corte comparadas à do controle pelo teste de Dunnett, e agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ambos a 5% de probabilidade.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Características produtivas do milho verde**

As características diâmetro de caule, comprimento da espiga com e sem palha e massa de matéria fresca da espiga sem palha não diferiram entre tratamentos de épocas de corte da crotalária nem desses com o tratamento controle (Tabela 4).

O comprimento total das plantas variou de 281,5 a 300,0 cm; comparados entre si, não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto quando comparados ao controle todos os tratamentos de consórcio apresentaram valores superiores, fato que evidencia a existência de efeito residual do consórcio taro e crotalária, e do cultivo subsequente com brócolis, sobre o crescimento das plantas de milho, mesmo após o cultivo do brócolis sem qualquer fertilização (Tabela 4).

**Tabela 4.** Diâmetro do caule (DC), comprimento total da planta (CP), altura de inserção da espiga principal (AIE), comprimento da espiga com (CECP) e sem palha (CESP), massa de matéria fresca da espiga com (MFECSP) e sem palha (MFESP) e produtividade em massa de espigas comerciais (PEC) observados na colheita do milho verde em cultivo subsequente ao brócolis e ao consórcio do taro e crotalária, considerando as épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte</b>	<b>DC</b>	<b>CP</b>	<b>AIE</b>	<b>CECP</b>	<b>CESP</b>	<b>MFECSP</b>	<b>MFESP</b>	<b>PEC</b>
DAS	mm	cm			g		t ha <sup>-1</sup>	
Controle	18,12a	281,50a	134,50a	30,15a	19,85a	359,27 a	226,42a	17,96 a
55	18,66a	295,00a*	145,00a*	31,80a	20,82a	420,55a*	263,30a	21,03a*
70	19,61a	291,75a*	139,25a	31,52a	20,67a	422,27a*	262,57a	21,11a*
85	19,08a	292,25a*	143,50a*	31,75a	20,12a	407,42a*	245,47a	20,37a*
100	19,35a	298,50a*	144,75a*	31,16a	20,65a	405,77a*	248,00a	20,29a*
115	19,30a	292,75a*	140,50a*	32,64a	20,70a	436,12a*	265,45a	21,81a*
130	18,53a	291,25a*	140,25a*	31,07a	20,97a	412,15a*	260,07a	20,61a*
145	20,23a	293,00a*	139,75a	32,70a	20,60a	437,85a*	256,52a	21,89a*
160	18,90a	300,00a*	147,00a*	30,15a	19,92a	391,77a	247,30a	19,59a
190	18,67a	294,50a*	142,25a*	31,56a	20,97a	419,12a*	261,25a	20,96a*
220	18,69a	291,00a*	137,50a	30,85a	20,56a	399,15a*	248,75a	19,96a*
<b>CV(%)</b>	5,16	2,11	3,36	3,66	3,06	7,04	6,83	7,04
<b>Média</b>	19,04	292,86	141,29	31,40	20,53	410,13	253,19	20,51

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Com esse mesmo híbrido (AG 1051), Barbosa *et al.* (2012) verificaram comprimento máximo das plantas de 224 cm, considerando populações de 25.000, 45.000, 65.000 e 85.000 plantas/ha. Em relação ao efeito residual da adubação verde sobre o comprimento das plantas de milho, esse não foi verificado por Carvalho *et al.* (2004), quando cultivaram o milho em sucessão à mucuna preta, guandu, crotalária e milheto, com a aplicação de 285 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 por ocasião do plantio. Entretanto, Santos *et al.* (2010) observaram efeito significativo dos adubos verdes na altura das plantas, sendo a maior altura verificada no tratamento em que o milho foi cultivado em sucessão ao feijão-de-porco.

A altura de inserção da espiga variou de 134,5 a 147,0 cm. Comparados entre si, não houve diferenças significativas entre os tratamentos; todavia, todos os tratamentos

de corte foram significativamente superiores ao controle, com exceção dos tratamentos de corte aos 70, 145 e 220 DAS (Tabela 4). Portanto os resultados obtidos indicam que o efeito residual da biomassa da crotalária pode ter proporcionado maiores alturas para a inserção da espiga principal.

Santos *et al.* (2010) também verificaram maiores alturas por ocasião do cultivo do milho em sucessão ao feijão-de-porco e a *Crotalaria spectabilis*, quando a única fonte de N foi a dos adubos verdes; entretanto quando a adubação verde foi associada com o N mineral a maior altura foi alcançada com o uso da *C. Spectabilis*. Em relação à inserção da espiga, Barbosa *et al.* (2012) verificaram altura da inserção da espiga principal média de 130 cm avaliando populações de plantas de milho híbrido AG 1051 variando de 25.000 a 85.000 plantas/ha. Portanto, os valores aqui observados foram um pouco maiores.

Em cultivos sucessivos aos adubos verdes, as condições para decomposição e mineralização da massa depositada sobre o solo e a sincronia entre a liberação dos nutrientes e a absorção pela cultura podem influenciar no crescimento do milho. Em programa de melhoramento do milho, Carvalho *et al.* (2011) verificaram que o aumento da dose de N promoveu aumento da altura das plantas.

A massa de matéria fresca da espiga com palha variou de 359,27 a 437,85 g e a produtividade em massa de espigas comerciais variou de 17,96 a 21,89 t ha<sup>-1</sup>. Para essas duas características, comparados entre si, não houve diferença significativa entre os tratamentos; todavia, com exceção do tratamento em que o corte foi realizado aos 160 DAS, todos foram superiores ao controle (Tabela 4).

Portanto, houve efeito da biomassa cortada da crotalária sobre a massa de matéria fresca da espiga com palha e na produtividade em massa do milho verde. Santos (2009) também verificou esse mesmo efeito com milho cv. Eldorado cultivado em sucessão ao monocultivo da crotalária, mamona, sorgo, girassol e vegetação espontânea (pousio). Exceto no cultivo sucessivo à crotalária, nos demais tratamentos o milho recebeu adubação de cobertura aos 35 dias após a semeadura com 2 t ha<sup>-1</sup> de torta de mamona equivalente a 100 kg de N total ha<sup>-1</sup>. Na colheita do milho cultivado em sucessão à crotalária, o peso médio da espiga com palha (302,29 g) e a produtividade de espigas comerciais com palha (13,34 t ha<sup>-1</sup>) não apresentaram diferença significativa em relação aos demais tratamentos.

O efeito residual da biomassa de crotalária em um segundo cultivo sucessivo, também foi observado por Perin *et al.* (2004) ao cultivar brócolis em sucessão ao milho os quais verificaram, nos cultivos sucessivos ao consórcio crotalária + milheto, que a presença da leguminosa elevou o teor e acúmulo de N na inflorescência comparativamente ao milheto isolado.

Para maior eficiência de uso de adubos verdes como fonte de nutrientes em cultivos sucessivos é necessário que haja sincronia entre a liberação de nutrientes pela massa cortada com o período de maior exigência nutricional da cultura implantada. Borin *et al.* (2010), avaliando a absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo, verificaram que o intervalo com a maior taxa de crescimento e acúmulo de matéria seca ocorreu entre 54 e 63 dias após o plantio. No presente trabalho, no tratamento em que o corte da crotalária no consórcio com taro foi realizado aos 55 DAS, o período de maior exigência nutricional por parte do milho cultivado nesse experimento ocorreu aproximadamente 390 dias após o corte.

O N aplicado ao solo sob a forma de adubos verdes segue diferentes caminhos: uma parte é absorvida pelas plantas; outra, perdida do sistema solo-planta por processos de lixiviação, volatilização, erosão e desnitrificação, e o restante permanece no solo, predominantemente na forma orgânica (Coelho *et al.*, 1991; Scivittaro *et al.*, 2003).

Na cultura do milho, Scivittaro *et al.* (2000) verificaram que o aproveitamento do N presente na mucuna preta raramente ultrapassa 20%, permanecendo N residual no solo que poderia ser aproveitado por cultivos subsequentes. Silva (2002) verificou efeito residual da *C. juncea*, isolada ou consorciada com sorgo, por dois anos sucessivos na produtividade de brócolis. Silva *et al.* (2006) avaliaram o efeito residual de adubos verdes em pré-cultivo da cultura do milho por dois anos agrícolas (2001/2002 e 2002/2003) e verificaram que a crotalária proporcionou maior quantidade de N na planta, maior aproveitamento do N proveniente do fertilizante mineral e maior produtividade de grãos quando comparado ao pré-cultivo do milheto e ao cultivo realizado sobre plantas infestantes (capim colonião).

Apesar do efeito residual da biomassa da crotalária ter proporcionado maior comprimento de plantas em todos os tratamentos e maior altura de inserção da espiga na maioria dos tratamentos, essas características obrigatoriamente não influenciam na produtividade do milho. No presente trabalho, maiores valores médios de altura das plantas e da altura de inserção da espiga foram observados no tratamento em que o corte

da crotalária foi realizado aos 160 DAS; entretanto, a produtividade em massa de espigas comerciais observada neste tratamento não se apresentou superior ao tratamento controle, fato observado nos demais (Tabela 4).

## 5.2 Indicadores econômicos

Em todos os indicadores econômicos avaliados, não houve diferença significativa entre tratamentos de épocas de corte, sendo que, exceto para RB e RL no tratamento em que o corte da crotalária ocorreu aos 160 DAS, todos os indicadores e tratamentos de época de corte foram maiores que o tratamento controle (Tabela 5).

Os valores dos indicadores econômicos estão relacionados com a produtividade em massa de espigas comerciais, o valor de comercialização e os custos de produção. Em cultivo do milho verde em sucessão ao feijão-caupi no município de Formosa-MG, Santos (2009) verificou que, economicamente, esse sistema de rotação foi inviável devido aos altos custos e a mão de obra contratada. Entretanto, o autor afirma que esse sistema seria viável se o mesmo fosse implantado em sistema de agricultura familiar, onde o custo de produção seria mais barato.

Em relação a produção de grãos secos, o efeito da adubação verde sobre a lucratividade do milho foi avaliada por Gitti *et al.* (2012) quando realizaram o cultivo em sucessão ao milheto, crotalária, consórcio milheto + crotalária e observaram que o milho em sucessão à crotalária e ao consórcio apresentou maiores lucratividades nas menores doses de N e, em sucessão ao milheto, a lucratividade foi proporcional ao aumento das doses de N avaliadas em cobertura ao milho.

A rentabilidade do milho verde também foi avaliada por Heredia Zarate *et al.* (2009), quando utilizaram diversas épocas de amontoa e observaram que onde essa prática não foi utilizada, ocorreu maior renda líquida e menor custo de produção. Por ocasião do plantio foi utilizado o calcário e a adubação com 2 t ha<sup>-1</sup> de cama de esterco de cavalo; nestas condições observaram o valor de TR de 3,04 e IL de 67,10 %, valores estes superiores aos observados em todos os tratamentos do presente trabalho. Entretanto, para a obtenção do COT, não levaram em consideração os valores relativos às embalagens e o transporte do produto, o que foi considerado nesse trabalho.

**Tabela 5.** Indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do milho verde em cultivo subsequente ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, considerando as épocas de corte da leguminosa no consórcio, em dia após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte</b> DAS	<b>RB</b> R\$ ha <sup>-1</sup>	<b>RL</b> R\$ ha <sup>-1</sup>	<b>TR</b> R\$/R\$	<b>IL</b> %
Controle	7.544,77 a	3.248,52 a	1,75 a	43,00 a
55	8.831,55 a*	4.247,34 a*	1,92 a*	48,02 a*
70	8.867,77 a*	4.275,46 a*	1,93 a*	48,20 a*
85	8.555,92 a*	4.033,40 a*	1,89 a*	47,06 a*
100	8.521,27 a*	4.006,50 a*	1,88 a*	46,87 a*
115	9.158,62 a*	4.501,22 a*	1,96 a*	49,06 a*
130	8.655,15 a*	4.110,42 a*	1,90 a*	47,35 a*
145	9.194,85 a*	4.529,34 a*	1,96 a*	49,17 a*
160	8.227,27 a	3.778,29 a	1,84 a*	45,82 a*
190	8.801,62 a*	4.224,11 a*	1,92 a*	47,80 a*
220	8.382,15 a*	3.898,51 a*	1,87 a*	46,34 a*
<b>CV(%)</b>	7,04	11,55	4,09	4,65
<b>Média</b>	8.612,81	4.077,56	1,90	47,15

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

### 5.3 Exportação de nutrientes por parte das espigas

Os valores de massa de matéria seca das espigas, bem como as quantidades de nutrientes exportadas pelas mesmas por ocasião da colheita, não diferiram entre os tratamentos de épocas de corte da crotalária no consórcio com o taro, todavia todos os tratamentos de consórcio foram superiores ao tratamento controle, pelo teste de Dunnett a 5% (Tabela 6).

**Tabela 6.** Massa de matéria seca (MS) e quantidades de macro e de micronutrientes exportados pelas espigas de milho verde cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio do taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	MS t ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	2,91 a	37,57 a	8,74 a	34,95 a	2,62 a	3,20 a	3,20 a	64,07 a	189,31 a	52,42 a	8,74 a	17,47 a
55	3,41a*	43,96a*	10,22a*	40,89a*	3,07a*	3,75a*	3,75a*	74,96a*	221,49a*	61,33a*	10,22a*	20,44a*
70	3,42a*	44,18a*	10,27a*	41,10a*	3,08a*	3,77a*	3,77a*	75,35a*	222,62a*	61,65a*	10,27a*	20,55a*
85	3,30a*	42,57a*	9,90a*	39,60a*	2,97a*	3,63a*	3,63a*	72,60a*	214,50a*	59,40a*	9,90a*	19,80a*
100	3,29a*	42,41a*	9,86a*	39,45a*	2,96a*	3,62a*	3,62a*	72,32a*	213,69a*	59,17a*	9,86a*	19,72a*
115	3,54a*	45,63a*	10,61a*	42,45a*	3,18a*	3,89a*	3,89a*	77,82a*	229,94a*	63,67a*	10,61a*	21,22a*
130	3,34a*	43,12a*	10,03a*	40,11a*	3,01a*	3,68a*	3,68a*	73,53a*	217,26a*	60,16a*	10,03a*	20,05a*
145	3,54a*	45,67a*	10,62a*	42,48a*	3,19a*	3,89a*	3,89a*	77,88a*	230,10a*	63,72a*	10,62a*	21,24a*
160	3,21a*	41,44a*	9,64a*	38,55a*	2,89a*	3,53a*	3,53a*	70,67a*	208,81a*	57,82a*	9,64a*	19,27a*
190	3,40a*	43,83a*	10,19a*	40,77a*	3,06a*	3,74a*	3,74a*	74,74a*	220,84a*	61,15a*	10,19a*	20,38a*
220	3,24a*	41,76a*	9,71a*	38,85a*	2,91a*	3,56a*	3,56a*	71,22a*	210,44a*	58,27a*	9,71a*	19,42a*
<b>CV(%)</b>	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85
<b>Média</b>	3,33	42,92	9,98	39,93	2,99	3,66	3,66	73,20	216,27	59,89	9,98	19,96

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A maior exportação de nutrientes por parte das espigas de milho verde cultivado em sequência ao brócolis nos tratamentos do consórcio taro e crotalária ocorreu devido, principalmente, à maior quantidade de massa de matéria seca produzida. Resultados semelhantes com esse mesmo híbrido foi alcançado por Carvalho *et al.* (2007) com produtividades superiores em cultivo realizado em sucessão a adubos verdes, em comparação aos cultivos sucessivos ao sorgo e pousio (vegetação espontânea). Quando o cultivo foi sucessivo à crotalária, a quantidade de massa de matéria seca produzida foi de 3,0 t ha<sup>-1</sup>, valor médio inferior aos obtidas em todos os tratamentos de corte do presente trabalho.

A exportação de nutrientes, em ordem decrescente, foi a seguinte: N > K > P > Mg e S > Ca > Fe > Zn > Mn > B > Cu. Em relação às quantidades de nutrientes exportados pelas espigas, não foram encontrados trabalhos que avaliaram a composição química total da espiga, mas sim dos grãos, da palha e do sabugo separadamente. No cultivo do milho para grãos em sucessão ao cultivo da *C. juncea*, Silva *et al.* (2006) observaram que o teor de N presente nos grãos foi de 1,57%.

Avaliando o teor de nutrientes nos grãos e na palha de milho em que foi aplicado dejetos líquidos de suínos, Pandolfo *et al.* (2010) verificaram que os teores de macronutrientes presentes nos grãos foram de: 1,27; 0,5; 0,39; 0,7 e 0,14% de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente; os de micronutrientes foram de: 12,9; 68,2; 37,3; 2,0 e 9,4 mg/kg de Fe, Mn, Zn, Cu e B, respectivamente. Os teores de macronutrientes presentes na palha foram de: 1,34; 0,5; 0,51; 1,50 e 2,4% de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente; já os de micronutrientes foram de: 99,9; 9,8; 31,3; 12,1 e 18,2 mg/kg de Fe, Mn, Zn, Cu e B, respectivamente. No que diz respeito à composição química do sabugo, Figueiró & Graciolli (2011) verificaram teores de macronutrientes de 0,7; 0,11; 0,7; 0,06 e 0,03 % de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente; já os de micronutrientes foram de: 143,6; 7,8 e 23,3 mg/kg de Fe, Mn e Zn, respectivamente.

No presente trabalho, os teores de macronutrientes observados na espiga inteira foram de: 1,29; 0,30; 1,20; 0,09; 0,11 e 0,11 % de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente; de micronutrientes foram de: 22; 65; 18; 3 e 6 mg/kg de Zn, Fe, Mn, Cu e B, respectivamente. A quantidade de K presente na espiga inteira foi superior às quantidades verificadas nos grãos e na palha por Pandolfo *et al.* (2010) e no sabugo por Figueiró & Graciolli (2011), o que pode estar relacionado com as altas quantidades deste elemento presente no solo por ocasião do plantio do milho (Tabela 1).

#### 5.4 Biomassa residual das plantas de milho

A quantidade de massa de matéria seca produzida pelas plantas de milho sem espiga variou de 9,20 a 12,35 t ha<sup>-1</sup> e, em relação à composição nutricional, seguiu a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > Mg > P > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu. Comparados entre si, não houve diferença significativa entre os tratamentos, nem quando os tratamentos que envolveram o consórcio taro e crotalária foram comparados com o controle (Tabela 7). Esses resultados indicam que a biomassa residual do consórcio taro e *C. Juncea*, seguido do cultivo de brócolis, não teve efeito sobre a massa de matéria seca da planta sem espiga, apesar do efeito demonstrado sobre a produtividade em massa de espigas comerciais.

Perin *et al.* (2004) verificaram que, com o uso da crotalária como adubação verde em pré-plantio ao milho, a quantidade da massa de matéria seca da parte aérea foi superior ao pré-cultivo do milheto e vegetação espontânea; entretanto o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg, na parte aérea da leguminosa foi, respectivamente, de 305,4; 32,48; 293,28; 90,87 e 64,03 kg ha<sup>-1</sup>, valores esses superiores aos verificados no presente trabalho (Tabela 2).

Geralmente, após a antese, começa-se a formar os drenos reprodutivos nas plantas, havendo uma remobilização de assimilados e minerais, principalmente do caule e das folhas mais velhas para prover os grãos em formação. Assim, as quantidades de nutrientes fornecidas pela crotalária pode não ter sido suficiente para provocar efeito na massa de folhas e colmo das plantas de milho, mas sim na de espiga, uma vez que essa se trata de um dreno preferencial.

Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para culturas produtivas de milho, compilados de diversos autores por Bull (1993) são: N = 2,75 – 3,25 %; P = 0,19 – 0,35 %; K = 1,75 – 2,97 %; Ca = 0,23 – 0,40 %; Mg = 0,15 – 0,40 %; S = 0,15 – 0,21 %; B = 15 - 20 ppm; Cu = 6 - 20 ppm; Fe = 50 - 250 ppm; Mn = 42 - 150 ppm; Mo = 0,15 – 0,20 ppm e Zn = 15-50 ppm. No presente trabalho apenas os teores de Ca, Mg, Mn e Fe apresentaram-se dentro dessas faixas, todos os demais foram inferiores.

Vale destacar que as quantidades de nutrientes foram avaliadas em folhas e colmos e que as únicas fontes de nutriente para o milho foram a biomassa do consórcio taro e crotalária e os restos culturais do brócolis, enquanto que na maioria dos cultivos são usadas quantidades consideráveis de fertilizantes minerais.

**Tabela 7.** Massa de matéria seca (MS) e quantidades de macro e de micronutrientes presentes nos restos culturais do milho verde cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	MS t ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	9,20a	76,34a	11,96a	132,44a	22,07a	14,72a	10,12a	101,17a	2.216,60a	974,94a	36,79a	76,34a
55	10,62a	88,13a	13,80a	152,89a	25,48a	16,99a	11,68a	116,79a	2.558,82a	1.125,46a	42,47a	88,13a
70	10,45a	86,69a	13,58a	150,41a	25,07a	16,71a	11,49a	114,90a	2.517,25a	1.107,17a	41,78a	86,69a
85	11,66a	96,76a	15,15a	167,87a	27,98a	18,65a	12,82a	128,23a	2.809,46a	1.235,70a	46,63a	96,76a
100	12,35a	102,46a	16,05a	177,77a	29,63a	19,75a	13,58a	135,80a	2.975,15a	1.308,57a	49,38a	102,46a
115	10,85a	90,01a	14,10a	156,17a	26,03a	17,35a	11,93a	119,30a	2.613,65a	1.149,57a	43,38a	90,01a
130	11,68a	96,96a	15,19a	168,23a	28,04a	18,69a	12,85a	128,51a	2.815,48a	1.238,35a	46,73a	96,96a
145	9,87a	81,92a	12,83a	142,13a	23,69a	15,79a	10,86a	108,57a	2.378,67a	1.046,22a	39,48a	81,92a
160	11,74a	97,40a	15,26a	168,98a	28,16a	18,78a	12,91a	129,09a	2.828,14a	1.243,91a	46,94a	97,40a
190	12,16a	100,89a	15,80a	175,03a	29,17a	19,45a	13,37a	133,71a	2.929,36a	1.288,43a	48,62a	100,89a
220	10,77a	89,37a	14,00a	155,05a	25,84a	17,23a	11,84a	118,44a	2.594,97a	1.141,36a	43,07a	89,37a
<b>CV(%)</b>	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45
<b>Média</b>	11,03	91,54	14,34	158,81	26,47	17,65	12,13	121,32	2.657,96	1.169,06	44,11	91,54

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade.

Apesar dos teores dos nutrientes apresentaram-se inferiores às faixas consideradas adequadas para a cultura do milho, verificou-se quantidades consideráveis de nutrientes, principalmente K e N, presentes nos restos culturais depositados sobre o solo, que após passarem pelo processo de decomposição e mineralização poderão ser liberados para posteriormente serem absorvidos por culturas implantadas em sucessão.

### **5.5 Análise química de rotina do solo após cultivo com milho**

Em relação à composição química do solo coletado antes do plantio do milho e após a colheita, vale destacar que ocorreu pequena queda no teor de matéria orgânica para a maioria dos tratamentos e queda acentuada no teor de P para todos os tratamentos (Tabela 8). Em relação ao pH e demais nutrientes, ocorreu pouca variação.

A queda no teor de matéria orgânica verificada ao final do ciclo do milho pode estar relacionada com a pequena adição de resíduos orgânicos ao solo durante esse período. A matéria orgânica no solo apresenta-se como um sistema complexo de substâncias, cuja dinâmica é governada pela adição de resíduos orgânicos de diversas naturezas e por uma transformação contínua sob a ação de fatores biológicos, químicos e físicos (Coelho *et al.*, 2009). No presente trabalho, foram depositados sobre o solo resíduos do consórcio taro e crotalária e do cultivo do brócolis. Durante o cultivo do milho as condições de temperatura e precipitação para decomposição dos resíduos foram ideais. Como a planta de milho quando cultivada com o objetivo de colher as espigas verdes apresenta baixa taxa de abscisão de folhas, resulta em pequena quantidade de resíduos depositados sobre o solo ao longo do seu ciclo de cultivo, podendo levar, a uma queda no teor de matéria orgânica ao final de seu ciclo.

No caso do P, esse é um elemento presente no solo nas fases sólida e líquida, ou seja, adsorvido ou complexado com os oxi-hidróxidos de Fe, Al e Ca e com a matéria orgânica, ou livre na solução do solo. O P se apresenta em formas orgânicas ou inorgânicas, tanto na fase sólida como na solução do solo, sendo que existe um equilíbrio entre o P adsorvido e o P em solução. Devido à baixa quantidade total de água retida pelo solo e a baixa concentração de P na solução, a quantidade prontamente disponível para as plantas é muito baixa, levando a necessidade de difusão de P da fase sólida para a solução a fim de suprir as necessidades das culturas.

**Tabela 8.** Valores de pH, matéria orgânica (MO), P, K, Ca e Mg observados em pré-plantio do milho verde (PPM) e por ocasião da colheita do milho verde (CM) cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	pH (H <sub>2</sub> O)		MO (dag kg <sup>-1</sup> )		P (mg dm <sup>-3</sup> )		K (mg dm <sup>-3</sup> )		Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	
	PPM	CM	PPM	CM	PPM	CM	PPM	CM	PPM	CM	PPM	CM
Controle	5,5	5,4	4,1	3,3	57,1	18,8	118	97	3,9	3,8	0,7	0,8
55	5,8	5,6	4,1	3,5	68,7	14,3	130	145	3,8	5,0	0,8	1,0
70	5,4	5,5	4,1	3,2	54,9	12,4	120	125	3,9	4,1	0,8	0,9
85	5,5	5,3	4,4	3,5	59,4	12,4	111	107	4,1	3,8	0,9	0,8
100	5,5	5,4	4,1	3,6	61,6	12,4	108	92	3,7	3,8	0,8	0,9
115	5,5	5,2	4,0	4,0	57,1	10,8	111	75	3,5	3,6	0,8	0,8
130	5,5	5,3	3,9	3,3	57,1	12,1	95	100	3,6	3,8	0,9	0,9
145	5,7	5,5	4,0	3,1	66,3	11,8	132	90	4,0	3,7	0,9	0,9
160	5,8	5,6	4,3	3,5	54,9	12,4	167	117	4,2	4,1	0,9	1,0
190	5,4	5,5	4,0	3,9	59,4	28,7	116	123	3,6	3,9	0,8	0,9
220	5,5	5,1	4,3	3,3	59,4	14,7	118	90	3,7	3,5	0,7	0,8

Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples (duas da área útil de cada unidade experimental).

No milho, a taxa máxima de acumulação de P varia de 5,7 a 6,5 mg/planta/dia que indica, indiretamente, a velocidade com que o elemento deve ser repostado ao solo para não haver limitações de ordem nutricional (Vasconcellos *et al.*, 2000). Uma das formas mais comuns de adicionar P ao sistema é por meio do uso de fertilizantes industriais, além disso, o P orgânico está presente no ambiente como parte do tecido de plantas vivas e pode ser adicionado através de resíduos em decomposição.

No presente trabalho, os resíduos de crotalária depositados sobre o solo apresentaram quantidades de P que variaram de 4 a 18,06 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2), enquanto os resíduos de brócolis apresentaram quantidades que variaram de 11,20 a 12,23 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). As quantidades de P exportadas pelas culturas do taro, brócolis e milho verde foram superiores às quantidades adicionadas. Os cultivos sucessivos, possivelmente, propiciaram a queda nos teores de P no solo ao final do ciclo do milho, apesar da cultura não apresentar sintomas de deficiência ao longo do seu desenvolvimento.

Todavia, parte desses nutrientes permaneceram na biomassa das plantas para cultivos subseqüentes, pois os restos vegetais do milho verde, após a retirada das espigas, apresentaram quantidades de até 102,76 e 177 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente, o que representa um bom material para ser depositado sobre o solo visando o cultivo subseqüente de hortaliças no sistema de Plantio direto.

## 6. CONCLUSÕES

- O cultivo do milho verde em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, seguido do cultivo de brócolis, é viável agrônômica e economicamente.
- O efeito residual da biomassa do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, seguido do cultivo de brócolis, proporcionou maiores valores de produtividade de espigas de milho verde e maior altura das plantas.
- A biomassa cortada da crotalária no consórcio taro e crotalária proporcionou maiores índices agroeconômicos do milho verde cultivado em sucessão ao brócolis.
- Os restos vegetais do milho verde, após a retirada das espigas, apresentaram quantidades de até 102,76 e 177 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente.
- Ao final do ciclo do milho verde houve queda dos teores de matéria orgânica e fósforo no solo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES BJR; LINCOLN Z; FERNANDES FM; HECKLER JC; MACEDO RAT; BODDEY RM; JANTALIA CP; URQUIAGA S. 2006. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa agropecuária brasileira** 41: 449-456.

BARBOSA TG; VASCONCELOS RC; VIANA AES; BORGES ID; SOUSA DQ. 2012. Características Agronômicas de Cultivares de Milho a Diferentes Populações de Plantas na Safrinha em Vitória da Conquista – BA. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 39. **Resumos...** Águas de Lindóia: ABMS (CD-ROM).

BLEICHER E; OLIVEIRA ISR; NETO FCV. 2003. Controle da lagarta-do-cartucho do milho usando-se areia como veículo de inseticida. **Revista Ciência Agrônômica** 34: 5-10.

BORIN ALDC; LANA RMQ; PEREIRA HS. 2010. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Ciência e Agrotecnologia** 34: 1591-1597.

BULL LT. 1993. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL LT; CANTARELLA H (eds). **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS. p.63-146.

CARVALHO EV; AFFÉRI FS; PELUZIO JM; LEÃO FF; CANCELLIER LL; DOTTO MA. Eficiência e Uso do Nitrogênio em Híbridos Experimentais de Milho do Programa de Melhoramento da Universidade Federal do Tocantins. 2011. **Bioscience Journal** 27: 392-403.

CARVALHO MTM; MOREIRA JAA; DIDONET AD; STONE LF; PEIXOTO N. 2007. **Produtividade do milho para consumo in natura (Zea mays L.) em sistema de produção orgânico de grãos**. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br>. Acessado em 27/04/2013.

CARVALHO MAC; SORATTO RP; ATHAYDE LF; ARF O; SÁ ME. 2004. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 39: 47–53.

CASTRO RS. 2010. **Rendimentos de espigas verdes e de grãos de cultivares de milho após a colheita da primeira espiga como minimilho**. Mossoró-RN: Universidade Federal Rural do Semi-árido. 90p (Tese de doutorado).

CECILIO FILHO AB; COSTA CC; REZENDE BLA; LEEUWEN R. 2008. Viabilidade produtiva e econômica do consórcio entre chicória e rúcula em função da época de plantio. **Horticultura Brasileira** 26: 316-320.

COELHO AM ; FRANÇA, GE de. 1995. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. Piracicaba: POTAFOS. 9p (**Encarte de Informações Agrônômicas, 71**).

COELHO AM; FRANÇA GC; BAHIA AFC ; GUEDES GA. 1991. Balanço de nitrogênio <sup>15</sup>N em Latossolo Vermelho-Escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 95: 187-193.

COELHO GF; JUNIOR ACG; CARVALHO EA; PARZIANELLO RR; RODRIGUES V. 2009. Avaliação dos teores de matéria orgânica em solos na região oeste do Paraná. **Synergismus scyentifica** 04: (01).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2012, abril. **Acompanhamento de Safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, safra 2010/2011**. Disponível em : <http://www.conab.gov.br>.

CRUZ JC ; KONZEN EA; FILHO IAP; MARRIEL IE; CRUZ E; DUARTE JO; OLIVEIRA MF; ALVARENGA RC. 2006. Produção de milho orgânico na agricultura familiar. Sete Lagoas: EMBRAPA–CNPMS. 17p (**comunicado técnico, 81**).

DINIZ ER. 2011. **Efeitos de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho**. Viçosa – MG : UFV. 92 p (Tese de doutorado).

FIGUEIREDO CC; RESCK DVS; GOMES AC; URQUIAGA S. 2005. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira** 40: 279-287.

FIGUEIRÓ GG ; GRACIOLLI LA. 2011. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia** 35: 924-930.

GITTI DC; KAPPES C; ARF O; KANEKO FH; FERREIRA JP; PORTUGAL JR; TARSITANO MAA. 2012. Avaliação Econômica do Milho em Sucessão a Diferentes Adubos verde, Manejo do Solo e Doses de Nitrogênio em Cobertura. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29. **Resumos...** Águas de Lindóia: ABMS (CD-ROM).

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; SOUSA TM; RAMOS DD. 2009. Produção e renda líquida de milho verde em função da época de amontoa. **Semina: Ciências Agrárias** 30: 95-100.

LANGE A; LARA-CABEZAS WAR; TRIVELIN PCO. 2008. Recuperação do nitrogênio das fontes sulfato e nitrato de amônio pelo milho em sistema semeadura direta. **Pesquisa agropecuária brasileira** 43: 123-130.

MASCARENHAS HAA; NOGUEIRA SSS; TANAKA RT; MARTINS ALM; CARMELLO QAC. 1998. Efeito na produtividade da rotação de culturas de verão e crotalária no inverno. **Scientia Agricola** 55: 534-537.

MATOS ES; MENDONÇA ES; LIMA PC; COELHO MS; MATEUS RF; CARDOSO IM. 2008. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: Características and Kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32: 2027-2035.

OLIVEIRA EQ; BEZERRA NETO FB; NEGREIROS MZ; BARROS JÚNIOR AP; FREITAS KKC; SILVEIRA LM; LIMA JSS. 2005. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira** 23: 285-289.

PANDOLFO CM; ARAÚJO IS; DORTZBACH D; VEIGA M. 2010. Rendimento de grãos de milho e teor de nutrientes na folha índice e nos grãos com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em um Cambissolo Álico, no município de Braço do Norte, SC. In: REUNIÃO SUL – BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 08. **Resumos...** Santa Maria – RS: SBPC (CD-ROM).

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA S; GUERRA JGM; CECON PR. 2004. Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.). **Ciência Rural** 34: 1739-1745.

PERIN A; SANTOS RHS; URQUIAGA SS; CECON PR; GUERRA JGM ; FREITAS, GB de. 2006. Use of sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola** 63: 453-459.

PURQUERIO LFV; TIVELLI SW; DE MARIA IC; ANDRADE CA; WUTKE EB; ROSSE CE; OLIVEIRA AHV. 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais...** Viçosa: ABH. p.S172-S180.

SANTOS, CAB dos. 2009. **Consórcios de espécies de cobertura de solo para adubação verde antecedendo ao cultivo de milho e repolho sob manejo orgânico.** Seropédica: UFRRJ. 66p (Dissertação de Mestrado).

SANTOS PA; DA SILVA AF; CARVALHO AC; CAIONE G. 2010. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 9: 123-134.

SANTOS RR. 2009. **Análise de viabilidade econômica da implantação da cultura do milho verde, em sucessão com feijão-caupi, irrigado por aspersão convencional no município de Formosa-GO.** Planaltina-DF: UPIS. (Trabalho de conclusão do curso de Agronomia).

SCIVITTARO WB; MURAOKA T; BOARETTO AE; TRIVELIN PCO. 2000. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo** 24: 917-926.

SCIVITTARO WB; MURAOKA T; BOARETTO AE; TRIVELIN PCO. 2003. Transformações do nitrogênio proveniente de mucuna-preta e uréia utilizados como adubo na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38:1427-1433.

SILVA VV. 2002. **Efeito de cultivos de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) em sistema plantio direto.** Seropédica-RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 86p (Dissertação de Mestrado).

SILVA EC; MURAOKA T; BUZETTI S; GUIMARÃES GL; TRIVELIN PCO; VELOSO MEC. 2006. Utilização do nitrogênio (<sup>15</sup>N) residual de coberturas de solo e da uréia pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30: 965-974.

SILVA EC; MURAOKA T; GUIMARÃES GL; BUZETTI S. 2006. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 5: 202-217.

VARGAS TO; DINIZ ER; SANTOS RHS; LIMA CTA; URQUIAGA S; CECON PR. 2011. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira** 29: 562-568.

VASCONCELLOS CA; FILHO IAP; CRUZ JC. 2002. Adubação para o milho verde. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 65p (**Circular técnica, 17**).

VASCONCELLOS CA; PITTA GVE; FRANÇA GE; ALVES VMC. 2000. **Fósforo para o milho?** Disponível em <http://www.grupocultivar.com.br>. Acessado em 13 de outubro de 2013.

## CAPÍTULO IV

### **Efeito residual do consórcio taro e crotalária sucedido por cultivos de brócolis e milho verde sobre o desempenho da cultura da ervilha de vagem**

#### **1. RESUMO**

O cultivo sucessivo de hortaliças em uma mesma área promove a retirada de grandes quantidades de nutrientes que são exportadas pela colheita sendo a reposição, na maioria das vezes, feita via fertilizantes minerais. O cultivo no sistema de plantio direto sobre a palhada de leguminosas, poderá reduzir o gasto com fertilizantes minerais devido ao aporte de nutrientes ao sistema proporcionado pelos restos culturais e a remobilização de nutrientes de camadas mais profundas do solo promovidos pela leguminosa. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito residual da biomassa de *Crotalaria juncea*, cultivada em consórcio com o taro e cortada em diferentes épocas após a semeadura, sobre o desempenho da ervilha de vagem ‘Torta de Flor Roxa’ cultivada em sequência ao milho verde e ao brócolis. O experimento foi conduzido na Horta da Universidade Federal de Viçosa, no período de 23/05/2012 a 14/09/2012. Foi constituído de 11 tratamentos, correspondendo ao efeito residual do consórcio taro e crotalária com crotalária cortada aos 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS (dias após a semeadura), mais o controle (monocultura do taro). Aos 60 e 75 DAP (dias após o plantio) da ervilha, foi realizada a determinação do índice SPAD e, após as colheitas, foram avaliados: índice de precocidade de colheita; número de vagens total e comercial por planta; índice de vagens não comerciais por planta; massa de matéria fresca por vagem e por vagem comercial; produtividade de vagens total e comercial; índice de produtividade de vagens não comerciais; coloração externa da vagem; teores de nutrientes nas plantas e calculados os indicadores econômicos: renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. Também foi realizada a coleta de amostra de solo para análise química. Não houve efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária sobre a produtividade de vagens comerciais e os indicadores econômicos. As quantidades de N veiculadas nos tratamentos não influenciaram os valores de índice SPAD e a coloração das vagens. Em relação aos valores de massa de matéria seca da parte aérea das plantas, esses não foram conclusivos em relação ao efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária, uma vez que para a maioria

das épocas de corte da crotalária, os valores não foram superiores aos observados no controle. Os maiores valores médios foram observados nos tratamentos em que o corte da crotalária foi realizado aos 55 e 70 DAS, tratamentos estes, que por ocasião do plantio apresentavam os maiores teores de K e Ca no solo. Em todos os tratamentos ocorreu aumento no teor de matéria orgânica e de P e queda no teor de Ca no solo. A boa quantidade de nutrientes verificada na composição química do solo por ocasião do plantio, a imobilização do N pela palhada de milho e a capacidade da ervilha em fixar N<sub>2</sub> pode ter alterado o efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária e dos restos culturais dos cultivos com brócolis e milho verde sobre a produtividade de vagens de ervilha.

**Palavras-chave:** *Pisum sativum*, cultivo sucessivo, *Crotalaria juncea*

## 2. ABSTRACT

### **Residual effect of taro and sunhemp intercropping succeeded by broccoli and corn cultivation on the performance of the forage pea crop**

Succession cultivation of vegetables in the same area promotes the removal of large amounts of nutrients that are exported by the crop, and the reposition is made most often via mineral fertilizers. The no-tillage cultivation on straw of legume plants might reduce the cost with mineral fertilizers due to the supply of nutrients to the system provided by crop residues and remobilization of nutrients from deeper soil layers promoted by the legume plant. The objective of this study was to evaluate the residual effect of the biomass of *Crotalaria juncea* grown intercropped with taro and cut at different times after sowing on the performance of the forage pea 'Purple Flower Pie' grown in sequence to corn and broccoli. The experiment was conducted in the garden of the Universidade Federal de Viçosa from 23/05/2012 to 14/09/2012. It consisted of 11 treatments, corresponding to the residual effect of the taro and sunhemp intercropping, in which sunhemp was cut on 55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 and 220 DAS (days after sowing) plus the control treatment (taro monoculture). On 60 and 75 DAP (days after planting) of the forage pea, SPAD index was determined and after harvest the following were evaluated: earlier harvest index, number of total and marketable pods per plant, percentage of non commercial pods per plant, fresh matter mass per pod

and per commercial pod; productivity of total and commercial pods; productivity index for non-commercial pods, outer color of the pod; nutrient contents in plants and the following economic indicators were calculated: gross income, net income, rate of return and profitability index. Soil samples were also collected for chemical analysis. There was no residual effect of biomass of the taro and sunhemp intercropping on the productivity of commercial pods and economic indicators. The amounts of N transported in the treatments did not affect the values of SPAD index and the color of the pods. Regarding the values of dry mass of the shoots, these were inconclusive in relation to the effect of residual biomass of taro and sunhemp intercropping, since for most of the sunhemp cutting times, the values were not higher than those found in the control treatment. The highest average values were found in treatments where sunhemp was on 55 and 70 DAS. Such treatments had the highest contents of K and Ca in the soil in the planting. In all treatments, there was an increase in organic matter content and a decrease in P and Ca content in the soil. A good amount of nutrients observed in the chemical composition of the soil at planting, N immobilization by maize straw and the ability of forage pea in fixing N<sub>2</sub> may have modified the residual effect of the biomass of taro and sunhemp intercropping and from crop residues of the broccoli and corn on the productivity of pea pods .

**Keywords:** *Crotalaria juncea*, *Pisum sativum*, succession cropping

### 3. INTRODUÇÃO

Na produção de hortaliças, para a obtenção de altas produtividades são exigidas grandes quantidades de nutrientes. No caso da ervilha de vagem, Filgueira (2008) recomenda as mesmas quantidades de nutrientes utilizadas para o feijão-vagem de crescimento indeterminado, ou seja: 30, 200-300 e 60-80 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, por ocasião do plantio mais três aplicações de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N durante o desenvolvimento da cultura.

De modo geral, as exigências nutricionais das hortaliças obedecem a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > Mg > P = S > Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo e, para a recomendação da adubação, além de buscar uma reposição dos nutrientes exportados pela colheita, os adubos deverão suprir as quantidades necessárias para a formação de outros órgãos vegetais (Faquin & Andrade, 2004).

Com o cultivo sucessivo de hortaliças em uma mesma área ocorre grande exportação de nutrientes por ocasião das colheitas. No cultivo do taro ‘Japonês’ (*Colocasia esculenta*) são exportados por ha 192,8 kg de N; 47,1 kg de P e 444,4 kg de K (Puiatti *et al.*, 1992). De brócolis de inflorescência única (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) são exportados por ha os seguintes valores de macronutrientes: N = 43,6 kg; P = 11,8 kg e K = 15,5 kg (Schweitzer *et al.*, 2012). No cultivo do milho verde (*Zea mays*), Andrade *et.al.* (1977) verificaram valores exportados por ha pelas espigas de: 111-143 kg de N; 22-30 kg de P e 30-45 kg de K.

Na maioria das vezes a reposição dos nutrientes exportados é realizada via aplicação de fertilizantes minerais, fato que onera sobremaneira a atividade. Todavia, algumas alternativas vem sendo buscadas com o intuito de reduzir o uso de fertilizantes minerais. O plantio direto sobre resíduos, baseado no revolvimento mínimo do solo, na rotação de culturas e na manutenção da cobertura do solo com resíduos vegetais, é uma delas. Esse sistema apresenta como vantagens: redução no uso de máquinas; melhoria da estrutura do solo; aumento da infiltração e retenção de água no solo; redução das perdas de água por evaporação e escoamento superficial; melhoria do desenvolvimento do sistema radicular das plantas e no controle de plantas invasoras; redução da erosão e do impacto da chuva e aumento da eficiência do uso de água pelas plantas (Júnior & Factor, 2009).

No SPD, a cobertura do solo com adubos verdes proporciona inúmeras vantagens ao cultivo de hortaliças. Os adubos verdes adicionam N ao solo; auxiliam na ciclagem

dos nutrientes ao trazer para a superfície do solo nutrientes que estão em maiores profundidades; favorecem a manutenção da matéria orgânica do solo e o “sequestro” de carbono da atmosfera; recuperam solos degradados e controlam plantas daninhas (Tivelli *et al.*, 2010).

As plantas da família leguminosa (mucunas e crotalárias) são amplamente divulgadas para serem utilizadas como adubos verdes. Também, restos culturais de hortaliças de cultivos anteriores podem contribuir com significativas quantidades de nutrientes. No cultivo da couve-flor, cultura pertencente à mesma família botânica do brócolis, Castoldi *et al.* (2009) verificaram que com uma densidade de 20.000 plantas/ha, após a colheita das inflorescências, pode fornecer de até 113 kg ha<sup>-1</sup> de N se os restos culturais não forem retirados do local. No caso do milho verde, Coelho *et al.* (2006) afirmam que a incorporação dos restos culturais, devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente K e Ca, contidos na palhada.

O efeito residual da *Crotalaria juncea* sobre um terceiro cultivo sucessivo foi avaliado por Diniz (2011) quando cultivou o milho verde em sucessão à abobrinha italiana e o brócolis e observou que à medida que a dose do adubo verde foi aumentada, aumentou de forma quadrática a produtividade do milho, sendo a maior produtividade alcançada com a maior dose do adubo verde (9 t ha<sup>-1</sup> + 12 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico), confirmando assim o efeito residual da leguminosa.

Silva *et al.* (2006) relataram a alta permanência de N no solo e que a resposta ao efeito residual se apresenta diferentemente em cada sistema e depende principalmente das condições climáticas, do sistema de cultivo, da cultura, do manejo e das características do resíduo. Ambrosano *et al.* (2011) avaliando o efeito do pré-cultivo do amendoim (*Arachis hipogaea*), crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) na produção da cana-de açúcar por cinco cortes, verificaram que houve incremento da produção de colmos e açúcar, na média dos cinco cortes, e que apenas o tratamento com crotalária apresentou valores significativamente superiores ao tratamento testemunha (plantas infestantes).

A ervilha de vagem, ervilha hortícola ou ervilha torta (*Pisum sativum*) pertence à família das fabáceas. Essa cultura é originária do oriente médio e exige temperaturas amenas ou frias, adaptando-se às condições de outono/inverno no centro-sul do Brasil (Filgueira, 2008). A planta é de porte indeterminado e produz vagens largas, achatadas e suculentas que são comestíveis. Colhem-se as vagens ainda imaturas com grãos em

desenvolvimento, sendo que nesse estágio, estas apresentam 12-15 cm de comprimento, coloração verde-clara, pouca fibra e máximo de sabor. A ervilha é rica em proteínas, com cerca de 22 g/100 g do produto, além de ser fonte de fósforo, cálcio, vitamina A, B1, B2, vitamina C, ferro e potássio (Salata, *et al.* 2011).

Em termos de exigência nutricional, há carência de pesquisas com ervilha de vagem nas condições brasileiras, sendo que as cultivares de porte indeterminado são mais exigentes em nutrientes e, em alguns experimentos tem apresentado respostas ao fornecimento de P e Ca (Filgueira, 2008). Todavia, Salata *et al.* (2011) não observaram diferenças significativas na produtividade e na qualidade de frutos em função de diferentes níveis de adubação potássica.

A falta de informações relacionadas à adubação e à exigência nutricional dessa cultura, especialmente relacionada a adubação nitrogenada evidencia a necessidade do desenvolvimento de pesquisas nesta área buscando o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos frutos.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da biomassa residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro e cortada em diferentes épocas após a semeadura, sobre o desempenho da ervilha de vagem cultivada em sequência às culturas do milho verde e do brócolis.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido a campo, no período de 23/05/2012 a 14/09/2012, na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG em um Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, classe textural argiloso (28% de areia; 17% de silte e 55% de argila).

Os tratamentos consistiram da avaliação do efeito da biomassa residual do consórcio taro e *Crotalaria juncea*, cultivada na mesma linha do taro, e cortada em diferentes épocas (Capítulo I), mais o efeito residual da biomassa do brócolis (Capítulo II) e do milho verde (Capítulo III) cultivados em sucessão ao consórcio sobre a cultura da ervilha de vagem. Portanto, o experimento foi constituído de 11 tratamentos correspondentes ao monocultivo do taro e às 10 épocas de corte da parte aérea da crotalária (55, 70, 85, 100, 115, 130, 145, 160, 190 e 220 DAS – dias após a semeadura da crotalária). No consórcio taro e crotalária (Capítulo I), o taro foi plantado em 23/09/2010 e a crotalária semeada em 26/10/2010. A colheita do taro foi realizada em

04/06/2011 e o transplante das mudas do brócolis (Capítulo II) em 26/07/2011, sendo a colheita do brócolis finalizada em 10/10/2011. O milho verde (Capítulo III), foi plantado dia 25/11/2011 e colhido em 01/03/2012. Amostras de solo retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade antes do plantio da ervilha de vagem, correspondentes aos tratamentos de biomassa residual, foram submetidas à análise química (Tabela 1).

A ervilha de vagem (Capítulo IV), cultivar Torta de Flor Roxa, foi plantada no dia 23/05/2012, diretamente sobre as palhas remanescentes da sucessão, sendo depositadas três sementes por cova numa profundidade de 2 a 3 cm sob os resíduos de crotalária e brócolis ainda existentes e da palhada de milho, na mesma linha dos cultivos anteriores. Este plantio ocorreu aos 520 dias após o 1<sup>o</sup> corte da crotalária, aos 355 dias após o 10<sup>o</sup> corte e aos 83 dias após a deposição das palhas do milho verde.

Por tratar-se de experimento cujo objetivo era avaliar o efeito da biomassa residual do consórcio taro e crotalária e das culturas subseqüentes, não foi feita a correção do solo nem adubação. As quantidades de macro e micronutrientes presentes no solo foram advindas, sobretudo, dos nutrientes presentes na massa de crotalária nas respectivas épocas de corte, como também dos restos culturais do brócolis e do milho verde cultivados em sucessão (Tabela 2).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela foi constituída de quatro fileiras espaçadas de 1,0 m, com 3,0 m de comprimento. As covas foram abertas a cada 0,50 m, sendo conduzidas duas plantas por cova; portanto, 12 plantas/linha e 48 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as duas fileiras centrais excetuando-se as plantas das extremidades.

Os tratos culturais envolveram, além do desbaste deixando-se duas plantas por cova, uma capina realizada aos 30 dias após o plantio, irrigação por aspersão convencional quando necessário e pulverizações realizadas com os inseticidas Deltametrina (25 G/L) e Acetamiprido (200 G/kg) e com o fungicida Oxiclóreto de Cobre (840 G/kg). O sistema de tutoramento utilizado foi o de cerca cruzada com varas de bambu, sendo realizados cinco amarrios na forma de oito, com fitilhos plásticos.

**Tabela 1.** Composição química de amostras de solo retiradas nas parcelas, antes do plantio da ervilha de vagem, nos respectivos tratamentos de épocas de corte da *Crotalaria juncea*, em dias após a semeadura da crotalária (DAS), no consorcio taro e crotalária

Corte	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P <sub>rem</sub>	Zn	Fe	Mn	Cu	B
DAS	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							—%—	dag kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>					
Controle	5,4	18,8	97	3,8	0,8	0,0	4,62	4,85	4,85	9,47	51	0	3,3	16,8	48,9	57,1	232,3	2,9	0,7
55	5,6	14,3	145	5,0	1,0	0,0	4,13	6,37	6,37	10,50	61	0	3,5	19,3	38,7	66,4	174,9	2,8	0,7
70	5,5	12,4	125	4,1	0,9	0,0	4,62	5,32	5,32	9,94	54	0	3,2	18,2	49,5	73,3	250,2	3,0	0,7
85	5,3	12,4	107	3,8	0,8	0,0	4,79	4,87	4,87	9,66	50	0	3,5	20,4	22,7	57,1	191,8	2,6	0,7
100	5,4	12,4	92	3,8	0,9	0,0	4,46	4,94	4,94	9,40	53	0	3,6	22,3	35,3	54,8	224,8	2,6	0,7
115	5,2	10,8	75	3,6	0,8	0,0	4,95	4,59	4,59	9,54	48	0	4,0	24,4	19,3	43,2	160,8	2,4	0,7
130	5,3	12,1	100	3,8	0,9	0,0	4,79	4,96	4,96	9,75	51	0	3,3	22,9	31,3	54,8	185,2	2,4	0,9
145	5,5	11,8	90	3,7	0,9	0,0	4,46	4,83	4,83	9,29	52	0	3,1	23,6	21,5	57,1	206,9	2,3	0,6
160	5,6	12,4	117	4,1	1,0	0,0	4,13	5,40	5,40	9,53	57	0	3,5	29,8	55,2	59,4	198,4	2,6	0,6
190	5,5	28,7	123	3,9	0,9	0,0	4,79	5,11	5,11	9,90	52	0	3,9	28,7	42,3	52,5	227,6	2,9	0,5
220	5,1	14,7	90	3,5	0,8	0,0	5,28	4,85	4,85	9,47	51	0	3,3	16,8	48,9	57,1	232,3	2,9	0,7

Para cada amostra composta foram coletadas oito amostras simples, sendo duas por área útil de cada unidade experimental de cada tratamento.

**Tabela 2.** Quantidades de macro e de micronutrientes fornecidas pela biomassa de *Crotalaria juncea*\* mais dos restos culturais dos cultivos de brócolis\*\* e de milho verde\*\* nos respectivos tratamentos de épocas de corte da crotalária realizados durante o cultivo no sistema de consórcio taro e crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

Corte DAS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
Controle	131,18	25,13	185,07	75,33	23,17	23,83	186,83	3.191,24	1.228,46	46,59	133,04
55	171,69	29,69	232,52	98,69	29,19	26,93	236,10	3.399,29	1.363,51	57,54	182,86
70	185,32	31,16	224,77	112,93	31,09	27,29	231,47	3.826,24	1.355,67	57,67	195,67
85	234,66	40,02	299,63	148,75	41,69	34,30	330,85	5.293,53	1.772,10	93,68	311,00
100	273,59	47,74	344,66	150,12	46,98	37,76	402,32	6.971,16	2.158,17	92,70	437,55
115	312,33	49,16	367,65	169,59	53,57	39,71	480,91	7.451,11	2.211,22	99,89	488,06
130	280,59	46,32	313,26	135,63	50,23	34,34	391,56	7.817,79	2.031,15	95,34	427,02
145	288,68	53,16	333,87	156,70	50,95	39,18	483,64	5.070,23	2.141,29	109,90	475,02
160	311,65	60,15	371,41	172,80	68,73	40,89	589,91	5.675,34	2.396,73	133,43	483,30
190	271,32	47,52	372,43	126,50	46,82	36,80	510,87	6.243,59	3.042,14	105,51	394,97
220	271,61	45,77	328,02	144,33	49,36	36,40	410,24	5.677,27	6.008,64	107,21	384,29

\*Crotalária: Para cada amostra composta de cada tratamento foram coletadas quatro amostras simples (uma para cada unidade experimental), contendo a biomassa correspondente à área de 4 m<sup>2</sup>. \*\*Brócolis e milho verde: Amostra composta obtida de 11 plantas representativas, sendo uma de cada tratamento.

Aos 60 e 75 DAP da ervilha, em quatro plantas de cada parcela, foi realizada a determinação do índice SPAD em três folhas completamente expandidas da porção média. As medições foram realizadas entre as 7 e 11 h, utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd.). Em cada planta foi realizada uma medição por folha, na sua parte central, totalizando 12 medições por parcela, sendo utilizada a média para representar os tratamentos.

A colheita das vagens foi parcelada, realizada de forma manual, iniciada aos 60 DAP, à medida que alcançavam o ponto de colheita (acima de 10 cm de comprimento e grãos pouco salientes). As vagens foram levadas ao laboratório, classificadas, contadas e pesadas. Foram consideradas como comerciáveis as vagens que apresentaram comprimento superior a 10 cm e não apresentavam defeitos graves.

As seguintes variáveis foram avaliadas: número de vagens total e comercial por planta; índice de vagens não comerciais por planta; massa de matéria fresca por vagem e por vagem comercial; produtividade em massa de vagens total e comercial; índice de produtividade em massa de vagens não comerciais e o índice de precocidade de colheita (IPC). O IPC foi calculado considerando-se o percentual, em massa fresca, de vagens produzidas nas três primeiras colheitas em relação à produção total de vagens. Foi avaliada também a rentabilidade da cultura considerando os seguintes indicadores: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL).

Na obtenção da RB foi utilizada a produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) de vagens com padrão comercial e o valor de comercialização da ervilha no CEASA Contagem-MG, que é realizada em caixas com capacidade de 9 kg. Multiplicando-se a quantidade de caixas produzidas pela cotação do produto nos dias em que foram realizadas a colheita obteve-se a RB para cada parcela de cada tratamento. A RL foi obtida pela diferença entre a RB e o custo operacional total (COT). No cálculo do COT foram considerados os coeficientes técnicos para a produção do feijão-vagem de crescimento indeterminado, segundo dados da EMATER-DF (2012), com modificações feitas a partir das necessidades de operações e insumos apresentadas no experimento e alguns coeficientes técnicos para a produção do tomate de mesa (Caliman *et al.*, 2003; Faria & Oliveira, 2005; EMATER-DF, 2013).

Os custos referentes à serviços, insumos, embalagens e transporte foram calculados a partir dos preços praticados na cidade de Viçosa-MG no período de maio a

setembro/2012. A TR por real investido em cada tratamento foi obtida por meio da relação entre a RB e o COT. O IL foi obtido da relação entre a RL e RB e expresso em porcentagem, conforme Oliveira *et al.* (2005) e Cecílio Filho *et al.* (2008).

Foram realizadas duas colheitas semanais totalizando, ao final do ciclo, 17 colheitas. Por ocasião da sétima colheita, as vagens foram avaliadas quanto à coloração externa. Realizaram-se medições na região central de três vagens por parcela, de cada tratamento, utilizando-se um colorímetro (Minolta CR-10), considerando-se as médias para representar os tratamentos. Foram determinados os valores L\*, a\*, b\*, c\* e H\*, que pertence a um sistema de coordenadas o CIELAB, onde: L\* corresponde a luminosidade e que tem variação de 0 a 100 (preto/branco); a\* a intensidade de vermelho+/-verde; b\* a intensidade de amarelo+/-azul; c\* o croma; e H\* a tonalidade (Régula, 2004).

Após a realização das colheitas uma planta de cada tratamento foi coletada ao acaso, sendo em seguida picadas e 500 g da massa de matéria fresca levada para secar em uma estufa com circulação contínua de ar a uma temperatura de 70°C até atingir massa constante. Após a secagem o material foi enviado ao laboratório para análise da quantidade de macro e micronutrientes presentes.

Foram coletadas também, amostras compostas de solo de cada tratamento, com o auxílio de uma sonda na profundidade de 0-20 cm. O solo coletado foi seco à sombra e em seguida enviado ao laboratório para análise química de macro e micronutrientes, matéria orgânica, P<sub>rem</sub> e pH.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias de cada tratamento comparadas ao controle pelo teste de Dunnett, e agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ambos a 5% de probabilidade.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Características produtivas da ervilha**

Dentre as características produtivas avaliadas na ervilha, verificou-se diferença entre tratamentos apenas para as características massa de matéria fresca de vagem comercial e massa de matéria fresca/vagem (Tabela 3). Em relação à característica massa de matéria fresca de vagem comercial, formaram-se dois grupos de médias (Scott-Knott) com maiores valores obtidos nos tratamentos controle e de corte da

crotalária realizados aos 70, 145, 160 e 220 DAS, sendo que os tratamentos de corte da crotalária realizados aos 115, 130 e 190 DAS também apresentaram menor produção que o controle (Dunnett). Referente à massa de matéria fresca/vagem, também formaram-se dois grupos de médias (Scott-Knott) com maiores valores obtidos nos tratamentos controle e de corte da crotalária aos 145, 160 e 220 DAS, sendo que os tratamentos de corte da crotalária realizados dos 55 até 130 DAS e o realizado aos 190 DAS foram inferiores ao controle (Dunnett).

Os resultados demonstram não ter havido efeito da biomassa residual do consórcio taro e crotalária, seguido dos cultivos de brócolis e milho verde, estimulando a produção de vagens de ervilha, pois para as variáveis em que foram observadas diferenças significativas entre tratamentos, a média do controle não mostrou-se inferior.

Resultado diferente foi relatado por Diniz (2011) que encontrou efeito de doses de *Crotalaria juncea* na produtividade do milho cultivado em sucessão à abobrinha italiana e o brócolis quando utilizou 9 t ha<sup>-1</sup> de adubo verde + 12 t ha<sup>-1</sup> de composto. No presente trabalho dependendo da época de corte da crotalária, foram aplicados até 16,28 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca (Capítulo I, Figura 2); entretanto não foi adicionado composto orgânico ao adubo verde. Ambrosano *et al.* (2011) verificaram maiores produções de colmos e de açúcar após cinco anos do cultivo da cana-de-açúcar sob a palhada de 9,3 t ha<sup>-1</sup> de *C. juncea*. Cabe ressaltar que gramíneas possuem uma elevada capacidade de absorção de nutrientes em função do seu sistema radicular abundante, sendo mais eficientes na reciclagem de nutrientes, principalmente N (Sá, 1996; Amado *et al.* 2002), além de responderem mais a este elemento.

**Tabela 3.** Índice de precocidade de colheita (IPC), índice de produtividade em massa de vagens não comerciais (IPVNC), índice de vagens não comerciais por planta (IVNCP), número de vagens comercial por planta (NVCP), número de vagens por planta (NVP), massa de matéria fresca por vagem comercial (MFVC), massa de matéria fresca por vagem (MFV), produtividade em massa de vagens total (PVT) e em massa de vagens comerciais (PVC) de ervilha de vagem em cultivo subsequente ao milho verde, ao brócolis e consórcio taro e crotalária considerando as épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte</b>	<b>IPC</b>	<b>IPVNC</b>	<b>IVNCP</b>	<b>NVCP</b>	<b>NVP</b>	<b>MFVC</b>	<b>MFV</b>	<b>PVT</b>	<b>PVC</b>
DAS	———%———		———ud———		———g———		—— t ha <sup>-1</sup> ——		
Controle	3,47a	22,54a	30,36a	35,69a	52,06a	4,38a	3,93a	8,16a	6,29a
55	3,42a	25,30a	35,00a	37,65a	57,95a	4,15b	3,61b*	8,37a	6,26a
70	3,15a	24,47a	34,77a	35,31a	54,37a	4,27a	3,68b*	8,01a	6,03a
85	3,47a	23,69a	33,34a	36,51a	55,03a	4,15b	3,63b*	8,02a	6,09a
100	3,80a	25,32a	34,16a	32,02a	49,47a	4,18b	3,68b*	7,18a	5,32a
115	2,94a	25,54a	34,75a	32,22a	49,86a	3,95b*	3,46b*	6,94a	5,12a
130	3,56a	24,09a	32,74a	37,71a	56,25a	3,95b*	3,50b*	7,84a	5,94a
145	3,64a	25,61a	35,36a	34,85a	53,79a	4,46a	3,88a	8,38a	6,25a
160	3,07a	24,29a	34,29a	38,90a	59,18a	4,42a	3,83a	9,09a	6,89a
190	3,46a	25,98a	34,76a	31,47a	48,74a	4,02b*	3,55b*	6,93a	5,10a
220	4,15a	24,53a	33,43a	32,99a	50,11a	4,27a	3,77a	7,56a	5,66a
<b>CV(%)</b>	33,39	13,91	11,26	14,26	16,36	5,31	5,34	16,85	16,00
<b>Média</b>	3,46	24,67	33,90	35,03	53,35	4,20	3,68	7,86	5,90

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade; e médias nas colunas seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Apesar das quantidades de nutrientes adicionados nos tratamentos de corte da crotalária apresentarem valores médios superiores ao do tratamento controle (Tabela 2), por ocasião do cultivo sucessivo de hortaliças ocorreu grande exportação de nutrientes pela colheita (tabela 7 do Capítulo I, tabela 5 do capítulo II e Tabela 6 do Capítulo III). Além disso, para que os nutrientes contidos na leguminosa possam ser aproveitados pelas culturas em sucessão é necessário que o material passe por um processo de decomposição e liberação. Esses processos são influenciados por fatores como: atuação de macro e microrganismos decompositores; características químicas do material; manejo e as condições edafoclimáticas da região (pH, nutrientes, temperatura e umidade do solo) (Perin *et al.*, 2010).

Outro fator importante é o sincronismo que deve existir entre o período de liberação dos nutrientes com as fases fenológicas em que a cultura apresenta as maiores exigências nutricionais. Cabe destacar também que as características químicas do solo por ocasião do plantio da ervilha não apresentavam grandes variações entre os tratamentos (Tabela 1), o que também pode ter caracterizado a não observação de efeito residual da crotalária na produção de vagens de ervilha.

A colheita do milho foi finalizada em 01/03/2012 e o plantio da ervilha em 23/05/2012. Nesse período as temperaturas estavam baixando e as chuvas foram escassas. Portanto, essa ausência de efeito residual na composição química do solo pode também ser atribuída a baixa taxa de decomposição e mineralização dos colmos de milho devido às condições desfavoráveis de temperatura e de umidade do solo.

O número de vagens total e comercial por planta apresentou valores médios de 53,35 e 35,03, respectivamente; esses valores foram superiores aos obtidos por Salata *et al.* (2011) que verificaram valores médios de 33,24 e 29,84 ao avaliarem a produção de vagens submetendo a cultura a diferentes níveis de adubação potássica. Também foram superiores ao valor médio de vagem comercial (19,0) obtido por Oliveira *et al.* (2011), quando realizaram as adubações com base na análise da fertilidade do solo e de acordo com a recomendação da CFSEMG (1999).

No presente trabalho, apesar da maior produção de vagens por planta, quando comparado com cultivos em que foi utilizado fertilizantes minerais, a produtividade total e comercial não apresentou o mesmo comportamento. Os valores médios observados foram de 7,56 e 5,66 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo bastante inferiores às 14,70 e 11,2 t ha<sup>-1</sup> encontrados por Tavares (2012) em um stande de 20.000 plantas/ha com utilização de fertilizantes minerais. A menor produtividade aqui obtida foi devido à baixa quantidade de massa de matéria fresca observada por vagem. Salata *et al.* (2011) observaram que a massa de matéria fresca por vagem e por vagem comercial foi de 7,26 e 7,37 g, respectivamente; no presente trabalho esses valores foram, respectivamente, de 3,68 e 4,20 g.

A menor massa de matéria fresca das vagens obtidas no trabalho pode estar relacionada com a baixa disponibilidade de nutrientes no solo para o suprimento da exigência nutricional da cultura. Silva *et al.* (2001) verificaram por ocasião do cultivo do feijão-vagem em sucessão à batata, que nos tratamentos em que a batata recebeu

adubação, houve aumento do comprimento e do número médio de óvulos por vagem contribuindo assim para uma maior produção total.

## 5.2 Características qualitativas da ervilha

Não houve diferença significativa entre tratamentos para nenhuma das coordenadas de cor avaliadas nas vagens pelo colorímetro ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $H^*$ ) (Tabela 4). O valor da coordenada L varia de zero a 100 e quanto mais se aproxima de zero, maior escurecimento apresenta o material; todavia, essa característica é muito importante quando se avaliam períodos de conservação de hortaliças na pós-colheita.

O valor de cromaticidade  $a^*$  varia do vermelho quando se apresenta positivo (+a) ou verde, quando se apresenta negativo (-a). O aumento dos valores de  $a^*$  indica uma tendência de afastamento das colorações verde mais escuro para um verde mais claro. A coordenada de cromaticidade  $b^*$  varia do amarelo quando se apresenta positivo (+b) ou azul, quando se apresenta negativo (-b). Segundo Oliveira *et al.* (2012) a ocorrência da diminuição de  $b^*$  simultaneamente ao aumento da coordenada  $a^*$ , indica a tendência à cor cinza do material.

O croma, coordenada  $c^*$ , define a intensidade de cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e ao redor de 60 para cores vívidas (Mcguire, 1992). O ângulo de cor  $H^*$  (ângulo hue) pode variar de  $0^0$  a  $360^0$ , sendo que  $0^0$  corresponde a cor vermelha,  $90^0$  corresponde ao amarelo,  $180^0$  ao verde e  $270^0$  ao azul. De acordo com o sistema CIELAB 1976, se o hue ou H estiver de 90 a  $180^0$ , quanto maior ele for, mais verde é o fruto e quanto menor ele for mais amarelo é o fruto (Oliveira *et al.* (2012).

Avaliando-se o efeito residual de adubos verdes, buscou-se observar a intensidade da cor verde nas vagens, uma vez que essa característica pode estar relacionada com os teores de clorofila e de N (Fontes, 2011). Apesar de nos tratamentos serem veiculadas diferentes quantidades de N via resíduos de crotalária, brócolis e milho verde, para nenhuma das coordenadas houve diferença significativa entre eles, o que indica que as quantidades de N aplicadas ao solo não afetaram a coloração das vagens. Além das quantidades de N exportadas pelas colheitas, e da possível imobilização proporcionada pela palhada de milho, a ervilha pode fixar boas quantidades de  $N_2$  atmosférico, o que pode ter influenciado na não diferenciação de cores das vagens e de produtividade entre os tratamentos. Segundo Peres *et al.* (1989), para o suprimento do N exportado pela

ervilha, o uso de estirpes de *Rhizobium leguminosarum* é prática comum, proporcionando eficiência comparável à adubação com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Tabela 4.** Valores de luminosidade, que varia de zero a 100 preto/branco (L), intensidade de vermelho/verde +/- (a); intensidade de amarelo/azul +/- (b); croma, saturação ou intensidade de cor (c) e ângulo de cor, que varia de 0<sup>0</sup> a 360<sup>0</sup> (H) de vagens de ervilha cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e taro consorciado com *Crotalaria juncea* considerando as épocas de corte da leguminosa em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte (DAS)</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>c*</b>	<b>H*</b>
Controle	41,69a	-10,35a	34,85a	36,37a	106,56a
55	42,43a	-10,38a	35,39a	36,90a	106,69a
70	41,20a	-10,02a	33,83a	35,03a	106,61a
85	41,60a	-10,19a	34,74a	36,20a	106,33a
100	42,83a	-10,00a	35,57a	36,94a	105,72a
115	41,43a	-10,29a	35,06a	36,56a	106,32a
130	42,13a	-10,09a	34,97a	36,41a	106,14a
145	40,96a	-9,85a	33,95a	35,36a	106,17a
160	41,63a	-10,11a	34,62a	36,08a	106,31a
190	40,73a	-10,21a	34,73a	36,20a	106,46a
220	42,42a	-10,43a	35,52a	37,01a	106,50a
<b>CV(%)</b>	2,59	4,39	3,23	3,07	0,63
<b>Média</b>	41,73	- 10,17	34,84	36,27	106,34

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

Infelizmente na literatura não foram encontrados trabalhos avaliando as coordenadas de cor em vagens de ervilha, fato que dificulta a interpretação dos resultados aqui encontrados.

### 5.3 Estado de N das plantas

Não foi observado efeito residual do consórcio taro e *C. juncea* sobre Índice SPAD em folhas de ervilha, com valor médio observado de 33,48 unidades (Tabela 5).

Também não foram encontrados trabalhos em que se avaliou o índice SPAD em folhas de ervilha; entretanto, na literatura, encontram-se avaliações realizadas em outras

leguminosas. O valor encontrado foi inferior às 37,91 unidades observadas por Pires *et al.* (2004) no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com a aplicação foliar de molibdênio. Araújo (2000), verificou que tanto a aplicação foliar de Mo quanto a adubação nitrogenada em cobertura proporcionaram aumento do teor de clorofila nas folhas. A aplicação de Mo via foliar proporciona maior absorção do N que favorece a uma maior intensidade de cor verde da planta (Vieira, *et al.*, 1992).

O clorofilômetro permite determinar em tempo real a intensidade do verde da folha. Fontes (2011) destaca que o valor do índice SPAD lido pelo equipamento é uma medida relativa ao verde da folha e que com o aparelho apropriadamente calibrado, a intensidade do verde da folha é uma estimativa dos teores de clorofila e de N na folha.

Apesar de feijão e ervilha serem espécies diferentes, os menores valores observados no presente trabalho, comparados aos de trabalhos com feijão, pode indicar uma baixa disponibilidade de N para as plantas, o que pode ter proporcionado menores produtividades de vagens. Apesar das menores quantidades de N veiculada no tratamento controle (Tabela 2), nenhum dos tratamentos em que foi utilizado o adubo verde apresentou índice SPAD superior, podendo ter ocorrido a imobilização do N presente no solo.

No sistema de Plantio direto, pesquisas têm demonstrado que a maior presença de resíduos orgânicos na superfície do solo, favorece atividade e imobilização do N pelos micro-organismos quimiorganotróficos, o que pode comprometer a disponibilidade do nutriente para a cultura (Sá, 1996; Aita *et al.* 2001). A palha de milho depositada sobre o solo antes do cultivo com a ervilha, por apresentar alta relação C/N, pode ter condicionado à re-imobilização do N mineralizado, ou imobilizado o N nativo do solo (Power *et al.* 1986 ; Lara Cabezas *et al.*, 2004), não trazendo assim alterações na concentração deste nutriente nas folhas das plantas de ervilha.

**Tabela 5.** Valores médios do Índice SPAD obtidos nas folhas em duas avaliações durante o crescimento da ervilha de vagem, cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, considerando as épocas de corte da leguminosa em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte (DAS)</b>	<b>SPAD</b>
Controle	32,67a
55	34,93a
70	32,24a
85	33,43a
100	33,41a
115	34,53a
130	33,53a
145	34,68a
160	33,52a
190	32,17a
220	33,38a
<b>CV(%)</b>	4,99
<b>Média</b>	33,48

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade.

#### 5.4 Índices econômicos

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, nem entre tratamentos de consórcio taro e crotalária comparados ao controle (monocultura do taro), com relação aos indicadores econômicos RB, RL, TR e IL (Tabela 6). O fato do cultivo da crotalária cultivada na forma de consórcio com o taro não ter proporcionado aumento da produtividade de vagens comerciais fez com que a rentabilidade da cultura também não fosse aumentada.

O valor médio de TR e de IL foi de 1,51 e 31,80%, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos observados por Linhares (2009) quando avaliaram a rentabilidade da cultura da alface em sucessão à Jitirana (*Merremia aegyptia*), mata-pasto (*Senna uniflora*) e flor-de-seda (*Schumbergera truncata*), plantas espontâneas usadas como adubo verde. Para a Jitirana os valores de TR e IL foram de 5,99 e 83,33%

respectivamente, enquanto para mata-pasto e flor-de-seda, os valores foram de 6,96; 85,62% e 4,76; 79,01% respectivamente. Diferentemente do presente trabalho com a ervilha, por ser a alface a primeira cultura em sucessão aos adubos verdes, provavelmente ocorreu maior disponibilidade de nutrientes, o que favoreceu os valores mais elevados de TR e IL.

**Tabela 6.** Indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da ervilha de vagem cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, considerando as épocas de corte da leguminosa em dias após a semeadura da crotalária (DAS)

<b>Corte DAS</b>	<b>RB</b> R\$ ha <sup>-1</sup>	<b>RL</b>	<b>TR</b> R\$/R\$	<b>IL</b> %
Controle	17.616,67 a	6.585,04 a	1,58 a	34,90 a
55	17.443,29 a	6.420,84 a	1,58 a	36,23 a
70	16.984,33 a	6.037,16 a	1,55 a	35,12 a
85	17.024,54 a	6.057,00 a	1,55 a	34,40 a
100	14.885,65 a	4.172,67 a	1,39 a	27,08 a
115	14.376,16 a	3.729,05 a	1,34 a	22,09 a
130	16.563,50 a	5.647,03 a	1,51 a	33,42 a
145	17.542,13 a	6.522,42 a	1,59 a	35,71 a
160	19.360,88 a	8.130,13 a	1,72 a	40,85 a
190	14.250,69 a	3.609,75 a	1,33 a	21,58 a
220	15.778,01 a	4.952,93 a	1,45 a	28,46 a
<b>CV(%)</b>	16,01	41,55	13,16	32,15
<b>Média</b>	16.529,62	5.624,00	1,51	31,80

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

O plantio direto de hortaliças sobre os resíduos de cultivos anteriores, principalmente leguminosas, pode proporcionar maior rentabilidade, uma vez que com o efeito residual poderá haver uma redução do custo com insumos e serviços para adubação, bem como das operações de preparo do solo realizada no sistema convencional. De acordo com EMATER- DF (2012), no custo de produção de 1 ha do feijão-vagem de crescimento indeterminado, pertencente à mesma família botânica da

ervilha, se fossem suprimidas as etapas com o preparo do solo e os insumos e serviços necessários para a adubação, haveria um decréscimo de aproximadamente 38%.

### **5.5 Massa de matéria seca e de nutrientes nos restos culturais da ervilha**

Os valores de massa de matéria seca das plantas de ervilha variaram de 1,82 a 3,54 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). Apenas os tratamentos que envolveram o consórcio taro e crotalária em que o corte da leguminosa foi realizado aos 55, 70 e 145 DAS foram superiores aos demais tratamentos e ao controle. Esses resultados não foram conclusivos em relação ao efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária sobre a produção de massa de matéria seca de ervilha, uma vez que para a maioria das épocas de corte da crotalária, os valores não foram superiores aos observados no controle.

Os valores de macro e micronutrientes nos restos culturais da ervilha foram proporcionais à quantidade de massa de matéria seca produzida, com maiores valores nos tratamentos em que o corte da leguminosa foi realizado aos 55, 70 e 145 DAS (Tabela 7). Os maiores valores médios observados nos tratamentos em que o corte da crotalária foi realizada aos 55 e 70 DAS podem estar relacionados com os maiores teores de K e Ca no solo por ocasião do plantio (Tabela 1).

Avaliando doses de K no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da alfafa (*Medicago sativa* L.), Tashima (1995) verificou que as maiores doses proporcionaram maiores quantidades de massa de matéria seca. Todavia, Salata *et al.* (2011) não verificaram efeito do aumento de doses de K na produtividade de vagens de ervilha 'Torta de Flor Roxa'.

O efeito do Ca no desenvolvimento vegetativo de leguminosas foi avaliado por Silva *et al.* (2011) quando utilizaram as concentrações de 0; 25; 50; 100 e 200 mg/dm<sup>3</sup>/planta de feijão em solução nutritiva e verificaram que o nível de 100 mg dm<sup>-3</sup> favoreceu o desenvolvimento radicular e a parte aérea das plantas do feijoeiro, mesmo na presença de alumínio. Entretanto, mesmo com o aumento de massa de matéria seca da parte aérea, as maiores concentrações destes nutrientes no solo não proporcionaram aumentos na produtividade de vagens.

**Tabela 7.** Quantidades de massa de matéria seca (MS), de macro e de micronutrientes presentes nos restos culturais da ervilha de vagem cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e ao consórcio do taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	MS t ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	2,23 b	33,08 b	4,02 b	32,19 b	28,61 b	5,81 b	2,46 b	98,35 b	527,53 b	80,47 b	8,94 b	37,55 b
55	3,54a*	52,36 a*	6,37 a*	50,94 a*	45,28 a*	9,20 a*	3,89 a*	155,66 a*	834,92 a*	127,36 a*	14,15 a*	59,43 a*
70	3,33a*	49,32 a*	6,00 a*	47,98 a*	42,65 a*	8,66 a*	3,66 a*	146,62 a*	786,43 a*	119,96 a*	13,33 a*	55,98 a*
85	2,51b	37,13b	4,52b	36,13b	32,11b	6,52b	2,76b	110,39b	592,12b	90,32b	10,04b	42,15b
100	2,71b	40,10b	4,88b	39,01b	34,68b	7,04b	2,98b	119,21b	639,43b	97,54b	10,84b	45,52b
115	1,82 b	26,97 b	3,28 b	26,24 b	23,33 b	4,74 b	2,00 b	80,19b	430,11b	65,61 b	7,29 b	30,62b
130	2,14 b	31,69 b	3,85 b	30,84 b	27,41 b	5,57 b	2,35 b	94,23 b	505,43 b	77,10 b	8,57 b	35,98 b
145	3,17a*	46,91a*	5,70a*	45,65a*	40,57a*	8,24a*	3,49a*	139,47a*	748,09a*	114,11a*	12,68a*	53,25a*
160	2,03 b	30,08 b	3,66 b	29,27 b	26,02 b	5,28 b	2,23 b	89,43 b	479,70 b	73,17 b	8,13 b	34,15 b
190	1,88 b	27,90 b	3,39 b	27,15 b	24,13 b	4,90 b	2,07 b	82,95 b	444,92 b	67,87 b	7,54 b	31,67 b
220	2,51b	37,18b	4,52b	36,18b	32,16 b	6,53 b	2,76 b	110,54 b	592,89 b	90,44 b	10,05 b	42,20 b
<b>CV(%)</b>	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70
<b>Média</b>	2,53	37,52	4,56	36,51	32,45	6,59	2,79	111,55	598,32	91,27	10,14	42,59

Médias, nas colunas, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade; e médias, nas colunas, seguidas de asterisco (\*), diferem do controle pelo teste de Dunnnett a 5% de probabilidade.

As quantidades de macro e micronutrientes presentes na massa de matéria seca das plantas de ervilha apresentaram-se na seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu (Tabela 7). Viola *et al.* (2013) avaliaram o acúmulo de nutrientes na ervilha forrageira (*Pisum sativum* subsp. *arvense*), usada como adubo verde entre os cultivos do milho e do trigo nos anos de 2009 e 2010 e observaram que a quantidade de massa de matéria seca variou de 5,00 a 5,77 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que as quantidades de N, P, K e Ca variaram de 113 a 209; 13 a 18; 120 a 220 e 10 a 55 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No presente trabalho, apenas as quantidades de Ca encontraram-se dentro dessas faixas, pois para N, P e K as quantidades observadas foram bastante inferiores.

A espécie escolhida teve por objetivo a produção de vagens; assim, torna-se importante a manutenção da parte aérea no solo após a colheita, pois além de adicionar macro e micronutrientes ao solo é um material que apresenta baixa relação C/N e de rápida mineralização (Viola *et al.* 2013).

### **5.6 Exportação de nutrientes pelas vagens de ervilha**

No presente trabalho não foi avaliada a quantidade de nutrientes presentes nas vagens; porém essa foi estimada com base nos teores de nutrientes observados por Furlani *et al.* (1978), em vagens de ervilha (Tabela 8). Os teores de macro e micronutrientes exportados foram proporcionais à produtividade em massa total de vagens e apresentaram-se na seguinte ordem decrescente: K > N > P > Ca > S > Mg > Fe > Zn > Mn > Cu > B.

CTIFL (1999) e Maroto Borrego (2002) ao avaliarem produtividades em massa de vagens de ervilha que variaram de 4,47 a 12,9 t ha<sup>-1</sup> observaram as seguintes quantidades de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) exportadas: N = 118,6 a 146; P = 15,6 a 43,4; K = 62,6 a 124,9; Ca = 32,4 a 152 e Mg = 10 a 12,1. Em vagens de feijão caupi, Sampaio & Brasil (2009) observaram que os nutrientes extraídos e exportados apresentaram a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > P > Mg > S. Dantas *et al.* (1979) encontraram sequência similar para os nutrientes extraídos, porém maior extração de K em relação ao N.

Nas olerícolas pertencentes à família das leguminosas, N e K são os nutrientes mais exportados sendo que as condições de cultivo definirão qual nutriente será exportado em maior quantidade.

**Tabela 8.** Quantidades\* de macro e de micronutrientes exportados pelas vagens de ervilha cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura

Corte DAS	kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Controle	284,78	41,45	392,50	39,98	19,58	19,83	350,88	1093,44	220,32	84,05	97,92
55	292,11	42,52	402,60	41,01	20,09	20,34	359,91	1121,58	225,99	86,21	100,44
70	279,55	40,69	385,28	39,25	19,22	19,46	344,43	1073,34	216,27	82,50	96,12
85	279,90	40,74	385,76	39,30	19,25	19,49	344,86	1074,68	216,54	82,61	96,24
100	250,58	36,47	345,36	35,18	17,23	17,45	308,74	962,12	193,86	73,95	86,16
115	242,21	35,26	333,81	34,01	16,66	16,86	298,42	929,96	187,38	71,48	83,28
130	273,62	39,83	377,10	38,42	18,82	19,05	337,12	1050,56	211,68	80,75	94,08
145	292,46	42,57	403,08	41,06	20,11	20,36	360,34	1122,92	226,26	86,31	100,56
160	317,24	46,18	437,23	44,54	21,82	22,09	390,87	1218,06	245,43	93,63	109,08
190	241,86	35,20	333,33	33,96	16,63	16,84	297,99	928,62	187,11	71,38	83,16
220	263,84	38,40	363,64	37,04	18,14	18,37	325,08	1013,04	204,12	77,87	90,72

\*Cálculos estimados com base no teor de nutrientes das vagens segundo Furlani *et al.* (1978).

## 5.7 Composição química do solo após o cultivo com ervilha

Em relação à composição química do solo coletado antes do plantio da ervilha e após a colheita da mesma, vale destacar o aumento dos teores de matéria orgânica e de P e queda nos teores de Ca em todos os tratamentos (Tabela 9). O aumento do teor de matéria orgânica pode estar relacionado com os resíduos do milho depositados na área antes do cultivo da ervilha. Sáenz *et al.* (2008) avaliaram o teor de matéria orgânica do solo cultivado com feijão sobre a palhada de milho durante noventa dias e verificaram aumento nos primeiros 2/3 do ciclo da cultura.

As irrigações constantes realizadas no cultivo da ervilha podem ter criado condições favoráveis para a decomposição da palhada de milho. Bona *et al.* (2006) avaliaram o efeito da irrigação por aspersão sobre a decomposição dos resíduos de aveia preta e verificaram que a elevação da taxa ocorreu com a suplementação hídrica no solo em Plantio direto. Entretanto, no presente trabalho, o aumento do teor de matéria orgânica não se traduziu em liberação de nutrientes para a cultura da ervilha, uma vez que diferentes quantidades de massa de matéria seca do milho foram aplicadas em cada tratamento (Capítulo III, Tabela 7).

Sáenz *et al.* (2008) verificaram que a decomposição da palhada de milho é lenta e que quanto maior é a quantidade de resíduos depositados sobre o solo, menor é a taxa de decomposição. Quando aplicaram  $10 \text{ t ha}^{-1}$ , valor próximo ao do presente trabalho, após 90 dias apenas 15 % havia sido decomposta, sendo este um material recomendado para o plantio direto uma vez que mantém a cobertura do solo por período prolongado.

O aumento do teor de P observado em todos os tratamentos também pode estar relacionado com a deposição da palhada de milho sobre o solo antes do plantio da ervilha. Em plantios diretos sobre palhas, em decorrência do acúmulo de matéria orgânica na superfície, ocorre o acúmulo de P nas camadas superficiais. Para Castoldi *et al.* (2012) uma medida para prevenir possíveis problemas relacionados ao manejo do P em SPD, é a rotação com plantas de cobertura adaptadas às condições tropicais que possuam alta capacidade de ciclagem do P e promovam a movimentação do P em profundidade.

**Tabela 9.** Valores de pH, matéria orgânica (MO), P, K, Ca e Mg observados em amostras de solo retiradas no pré-plantio da ervilha (PPE) e por ocasião da colheita da ervilha (CE) cultivado em sequência ao milho verde, brócolis e consórcio taro e *Crotalaria juncea*, nos tratamentos de épocas de corte da crotalária, em dias após a semeadura (DAS)

Corte DAS	pH (H <sub>2</sub> O)		MO (dag kg <sup>-1</sup> )		P (mg dm <sup>-3</sup> )		K (mg dm <sup>-3</sup> )		Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	
	PPE	CE	PPE	CE	PPE	CE	PPE	CE	PPE	CE	PPE	CE
Controle	5,4	5,5	3,3	3,9	18,8	44,4	97	79	3,8	3,4	0,8	0,8
55	5,6	5,9	3,5	4,0	14,3	46,6	145	113	5,0	4,3	1,0	0,9
70	5,5	5,5	3,2	4,3	12,4	33,7	125	87	4,1	3,5	0,9	0,7
85	5,3	5,5	3,5	4,3	12,4	44,4	107	79	3,8	3,4	0,8	0,7
100	5,4	5,5	3,6	4,1	12,4	42,2	92	85	3,8	3,6	0,9	0,8
115	5,2	5,5	4,0	4,1	10,8	35,0	75	74	3,6	3,5	0,8	0,8
130	5,3	5,6	3,3	3,9	12,1	35,0	100	67	3,8	3,6	0,9	0,8
145	5,5	5,4	3,1	3,9	11,8	46,6	90	96	3,7	3,6	0,9	0,8
160	5,6	5,7	3,5	4,0	12,4	42,2	117	115	4,1	3,6	1,0	0,8
190	5,5	5,5	3,9	4,0	28,7	36,5	123	91	3,9	3,2	0,9	0,8
220	5,1	5,5	3,3	3,9	14,7	42,2	90	98	3,5	3,2	0,8	0,7

Cada amostra composta consistiu de oito amostras simples (duas da área útil de cada unidade experimental).

Avaliando a reciclagem de P pelo milho através da aplicação de fosfato natural, Foloni *et al.* (2008) observaram comportamento linear positivo no acúmulo de P na fitomassa com o aumento das doses de fosfato natural, caracterizando o milho como uma planta boa extratora de P. No presente trabalho, pode ter havido acúmulo do nutriente na parte aérea do milho e com a manutenção da palhada sobre o solo e, pela decomposição, pode ter ocorrido aporte de P na camada superficial do solo.

A diminuição no teor de Ca observada em todos os tratamentos pode estar relacionada com as quantidades consideráveis absorvidas pela cultura da ervilha associada à lenta liberação desse nutriente do tecido vegetal, devido ao período curto de tempo da amostragem do solo após o término das colheitas de vagens.

No presente trabalho o acúmulo do Ca na parte aérea das plantas após a colheita das vagens variou de 23,33 a 45, 28 kg ha<sup>-1</sup>; esses valores são bem próximos aos observados para K e N (Tabela 7). Em ervilha forrageira Viola *et al.* (2013) observaram valores que variaram de 10 a 55 kg ha<sup>-1</sup> em dois anos de cultivo. Vale destacar também que valores variando de 32,4 a 152 kg ha<sup>-1</sup> foram observados por CTIFL (1999) e Maroto Borrego (2002) quando avaliaram a quantidade de nutrientes exportados pelas vagens demonstrando, assim, ser essa cultura bastante exigente em Ca.

Considerando que o cultivo da ervilha foi realizado sob a palhada de milho sem que houvesse nenhuma outra fonte adicional de nutriente, conhecendo-se a baixa taxa de decomposição do material de cobertura devido sua alta relação C/N (Sáenz, *et al.* 2008), como também a lenta taxa de liberação desse nutriente pelo tecido vegetal (Perin *et al.*, 2010), acredita-se que as quantidades fornecidas não foram capazes de repor as quantidades absorvidas pela planta provocando assim queda dos teores no solo.

## 6. CONCLUSÕES

- Não foi verificado efeito residual da biomassa do consórcio taro e crotalária e dos cultivos sucessivos de brócolis e milho verde sobre as características vegetativas e produtivas da ervilha ‘Torta de Flor Roxa’.
- Não ocorreu aumento na rentabilidade da cultura da ervilha explorada em um terceiro cultivo sucessivo ao consórcio taro e crotalária.
- As quantidades de N fornecidas ao solo pelos resíduos dos cultivos anteriores não influenciaram a coloração das vagens de ervilha nem o índice SPAD das folhas.
- Ao final do ciclo cultural da ervilha, houve aumento dos teores de matéria orgânica e de P e queda do teor de Ca no solo, para todos os tratamentos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA C; BASSO CJ; CERETTA CA; GONÇALVES CN ; ROS, CO da. 2001. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 25:157-1165.

AMADO TJC; MIELNICZUK J; AITA C. 2002. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 26: 241-248.

AMBROSANO EJ ; CANTARELLA H ; AMBROSANO GMB; SCHAMMAS EA; DIAS FLF; ROSSI F ; TRIVELIN PCO; MURAOKA T; SACHS RCC; AZCÓN R. 2011. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas **Bragantia** 70: 810-818.

ANDRADE AG; HAAG HP; OLIVEIRA GD; SARRUGE JR. 1977. **Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho**. Piracicaba: ESALQ. 106p.

ARAÚJO, PR de A. 2000. **Combinações de doses de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.**. Viçosa: UFV. 55 p (Tese de Doutorado).

BONA FD; BAYER C; BERGAMASCHI H; DIECKOW J. 2006. Carbono orgânico no solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira Ciência do Solo** 30: 911-920.

CALIMAN FRB; SILVA DJH; SEDIYAMA MAN. 2003. Tomate para mesa: colheita, classificação e embalagem. **Informe Agropecuário** 24: 128 - 136.

CASTOLDI R; CHARLO HCO; VARGAS PFT; BRAZ L. 2009. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve flor. **Horticultura Brasileira** 27: 438 - 446.

CASTOLDI G; FREIBERGER MB; CASTOLDI G; COSTA CHM. 2012. Manejo da adubação em sistema plantio direto. **Revista Trópica- Ciências Agrárias e Biológicas** 6: 62.

CECILIO FILHO AB; COSTA CC; REZENDE BLA; LEEUWEN R. 2008. Viabilidade produtiva e econômica do consórcio entre chicória e rúcula em função da época de plantio. **Horticultura Brasileira** 26: 316-320.

CTIFL- CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONNEL DES FRUITS ET LEGUMES. 1999. **Azoto, cultures légumières et fraisier**. **Environment et qualité**. Paris: CTIFL. 224 p.

CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV. 359 p.

COELHO AM; FRANÇA GE; PITTA GVE; ALVES VMC; HERNANI LC. 2006. **Nutrição e adubação do milho.** Disponível em: <http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em 13/05/2013.

DANTAS JP; BERGAMIN FILHO H ; MALAVOLTA E. 1979. Estudo sobre nutrição mineral do feijão macassar (*Vigna sinenses* (L) ENDL) II Efeitos das carências de micronutrientes no crescimento, produção e composição mineral. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”** 26: 247-257.

DINIZ ER. 2011. **Efeitos de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho.** Viçosa-MG: UFV. 92 p (Tese de doutorado).

EMATER –DF- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. 2012,06 de junho. **Custo de Produção do Feijão - vagem (aspersão).** Disponível em <http://www.emater.df.gov.br>.

EMATER–DF. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. 2013, 10 de janeiro. **Custo de Produção de Tomate (Estufa).** Disponível em <http://www.emater.df.gov.br>.

FAQUIN V; ANDRADE LT. 2004. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças.** Disponível em <http://www.dcs.ufla.br>. Acessado em 12/05/2013.

FARIA FF; OLIVEIRA JTA. 2005. **Matriz de Coeficientes Técnicos da cultura do Tomate de mesa: Base para cálculo dos custos de produção e colheita.** Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br>. Acessado em 10/05/2013.

FILGUEIRA FAR. 2008. **Novo manual de olericultura.** Viçosa: UFV. 421p.

FOLONI JSS; TIRITAN CS; CALONEGO JC; JUNIOR JA. 2008. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32:1147-1155.

FONTES PCR. 2011. **Nutrição Mineral de Plantas: avaliação e diagnose.** Viçosa-MG: Ed. Arka. 296p.

FURLANI AMC; FURLANI PR; BATAGLIA OC; HIROCE R; GALLO JR; BERNARDI JB; FORNASIER JB; CAMPOS HR. 1978. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia** 37: 33-34.

JUNIOR JMB; FACTOR TL. 2009. Oportunidades e dificuldades no plantio direto de hortaliças: o caso de São José do Rio Pardo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia – SP: ABH. p. S4033-S4035.

LARA CABEZAS WRL; ALVES BJR; URQUIAGA S; SANTANA DG. 2004. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência. Rural** 34:1005-1013.

LINHARES PCF. 2009. **Vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agrônomo de hortaliças folhosas**. Mossoró-RN: Universidade Federal Rural do Semi-árido. 92p (Tese de Doutorado).

MCGUIRE RG. 1992. Reporting of objective color measurements. **HortScience** 27: 1254-1255.

MAROTO BORREGO JV. 2002. **Horticultura herbácea especial**. Madrid: Mundi Prensa. 702 p.

OLIVEIRA EQ; BEZERRA NETO FB; NEGREIROS MZ; BARROS JÚNIOR AP; FREITAS KKC; SILVEIRA LM; LIMA JSS. 2005a. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira** 23:285-289.

OLIVEIRA EC; CARVALHO JA; REZENDE FC; FREITAS WA. 2011. Viabilidade técnica e econômica da produção de ervilha (*Pisum sativum* L.) cultivada sob diferentes lâminas de irrigação. **Engenharia Agrícola** 31: 324-333.

OLIVEIRA TA; AROUCHA EMM; SOUZA MSM; LEITE RHL; SANTOS FKG. 2012. Efeito do biofilme de gelatina e cloreto de cálcio na coloração de quiabo armazenado sob refrigeração. **Agropecuária Científica no Semiárido** 8: 07-11.

PERES JRR; SUHET AR; VARGAS MAT. 1989. Fixação de nitrogênio atmosférico pela ervilha em solos de cerrados. **Informe Agropecuario** 14: 19.

PERIN A; SANTOS RHS; CABALLERO SSU; GUERRA JGM; GUSMÃO LA. 2010. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados. **Revista Ceres** 57: 274-281.

PIRES AA; ARAÚJO GAA; MIRANDA GV; BERGER PG; FERREIRA ACB; ZAMPIROLI PD; LEITE VT. 2004. Rendimento de grãos, componentes do rendimento e índice SPAD do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de época de aplicação e do parcelamento da aplicação foliar de molibdênio. **Ciencia e Agrotecnologia** 28: 1092-1098.

POWER JF; DORAN JW; WILHELM; WW.1986. Uptake of nitrogen from soil, fertilizer and crop residues by no till corn and soybean. **Soil Science Society of America Journal** 50:137-142.

PUIATTI M; GREEMAN S; KATSUMOTO R; FAVERO C. 1992. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame 'Chinês' e 'Japonês'. **Horticultura brasileira** 10: 89-92.

RÉGULA LM. 2004. **Padrões Virtuais e Tolerâncias Colorimétricas no Controle Instrumental das cores**. Rio de Janeiro: PUC-Rio. 233p (Dissertação de mestrado).

SÁ JCM. 1996. **Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte. 23p.

SÁENZ CMS; SOUZA ZM; MATSURA EE; CAMPOS MCC. 2008. Decomposição do resíduo de milho e produtividade do feijão irrigado. 2008. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 8: 378-388.

SALATA AC; GODOY AR; KANO C; HIGUTI ARO.; CARDOSO AII; EVANGELISTA RM. 2011. Produção e qualidade de ervilhas torta submetidas a diferentes níveis de adubação potássica. **Nucleus**, 8: 127 - 134.

SAMPAIO LS; BRASIL EC. 2009. Exigência nutricional do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2. **Anais...** Belém-PA: EMBRAPA Amazônia oriental. p.56-72.

SCHVEITZER B; OLIVEIRA LP; FOPPA T; SCAPIN VLV. 2012. **Concentração de macro e micronutrientes presentes no Brócolis (inflorescência e caule), desidratado e in natura.** In: ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, 19. **Resumos...** Tubarão: SBQ (CD – ROM).

SILVA EC; FILHO AVS; ALVARENGA MAR. 2001. Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a produção do feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira** 19: 312-315.

SILVA SA; MORAES WB; SOUZA GS. 2011. Doses de cálcio no crescimento do feijoeiro cultivado em solução nutritiva, na presença de alumínio. **Idesia** 29: 53-58.

SILVA EC; MURAOKA T; BUZETTI S; TRIVELIN PCO. 2006. Manejo de nitrogênio no milho em Latossolo Vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41: 417-486.

TAVARES AEB. 2012. **Densidade de plantio na produção de ervilha-de-vagem.** Botucatu: UNESP. 30p (Dissertação de mestrado).

TASHIMA H. 1995. **Níveis de água e doses de potássio no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da alfafa (*Medicago sativa L.*).** Botucatu: UNESP. 79p (Dissertação de Mestrado).

TIVELLI SW; PURQUEIRO LFV; KANO C. 2010. Adubação verde e Plantio direto em hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia** 7: 1- 8.

VIEIRA C; NOGUEIRA AO; ARAÚJO, GA de A. 1992. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista Agricultura** 67: 117-124.

VIOLA R; BENIN G; CASSOL LC; PINNOW C; FLORES MF; BORNHOFEN E. 2013. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia** 72: 90-100.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O taro é uma hortaliça que apresenta importância econômica principalmente na região sudeste, destacando-se os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. No Espírito Santo grande parte da produção é exportada, principalmente, para os países da Europa, sendo que maior aceitação no mercado externo são por rizomas produzidos em sistemas de cultivo sem uso de agroquímicos.

Devido ao seu ciclo, que comparado com o de outras hortaliças pode ser considerado longo (cerca de nove meses na região sudeste), a cultura do taro pode ser consorciada com outras hortaliças ou com espécies de adubos verdes. Neste último caso, além de promover maior sustentabilidade do sistema de produção, busca-se reduzir o uso de fertilizantes químicos diminuindo, assim, a dependência do agricultor com esses insumos devido às necessidades do País em importar suas principais fontes as quais apresentam constante elevação de preços no mercado internacional.

Atualmente tem-se observado aumento da prática do consórcio entre espécies vegetais em pequenas e micro propriedades envolvidas com exploração de hortaliças. Busca-se, com tal prática, maior aproveitamento dos recursos disponíveis, principalmente da área física de terra, luz e de mão de obra. Para utilizar o consórcio com espécies de adubos verdes, entretanto, o produtor deverá vislumbrar a possibilidade de aproveitamento do efeito residual em cultivos subsequentes, uma vez que é comum, entre os micro e pequenos produtores de hortaliças, o uso da rotação de culturas, principalmente como forma de prevenção a problemas fitossanitários.

No presente trabalho, o cultivo do taro consorciado com *Crotalaria juncea*, plantada na mesma linha do taro, apresentou valores de UET (uso eficiente da terra) numericamente inferiores ao controle, para todos os tratamentos de consórcio (épocas de corte da crotalária), pelo fato de não se ter considerado valor de comercialização para a crotalária. Entretanto, foi verificado efeito residual da biomassa da crotalária depositada sobre o solo em cultivos sucessivos de hortaliças, além do efeito de proteção das folhas de taro da queimadura provocada pela radiação solar intensa e de redução da infestação por plantas invasoras na cultura do taro.

Considerando um período de dois anos entre a implantação da cultura do taro e a colheita da ervilha de vagem (última hortaliça cultivada em sucessão), verificou-se em

relação aos indicadores agroeconômicos, que alguns tratamentos de consórcio apresentaram valores numericamente superiores ao do tratamento controle.

Para o UET, considerando-se que o tratamento controle apresentou valor 4,0, pois foram realizados quatro cultivos, os valores dos tratamentos em que foram realizados consórcio variaram de 3,9 a 4,2. Os tratamentos em que o corte da crotalária foi realizado aos 70, 85, 145 e 160 DAS – dias após a semeadura da crotalária – respectivamente, 103, 118, 178 e 193 DAP – dias após o plantio do taro - apresentaram valores numericamente superiores ao controle. Isso demonstra que o consórcio com crotalária pode promover o uso mais eficiente da terra, com maior aproveitamento dos recursos naturais nos cultivos sucessivos com brócolis, milho verde e ervilha de vagem.

Todavia, em um sistema de consórcio, somente o UET não é suficiente para a tomada de decisão se o consórcio é ou não vantajoso, pois os indicadores de renda é que irão confirmar ou não essa possível vantagem. No presente trabalho, se considerar a média dos valores da taxa de retorno (TR) obtidos nos quatro cultivos, verifica-se no controle o valor de TR de 2,19 R\$/R\$. Os valores dos tratamentos de consórcios variaram de 1,98 a 2,23 R\$/R\$, sendo este último valor observado no tratamento em que o corte da crotalária foi realizado aos 70 DAS (103 DAP do taro), portanto, numericamente, superior ao controle.

Em relação ao índice de lucratividade (IL), consideradas as médias dos valores obtidos nos quatro cultivos, no tratamento controle foi obtido o valor de 49,18%, enquanto que nos tratamentos de consórcio os valores variaram de 46,04 a 50,83%, sendo que os tratamentos de corte da crotalária aos 55, 70, 85 e 160 DAS (88, 103, 118 e 193 DAP do taro) apresentaram valores numericamente superiores ao controle.

Além dos tratamentos de consórcio acima mencionados apresentarem valores de indicadores agroeconômicos numericamente superiores aos observados no tratamento controle, demonstrando que o uso da crotalária em consórcio com taro, seguido de cultivos sucessivos de hortaliças na mesma área, pode ser agroeconomicamente viável, esse trabalho apresenta importância ainda maior quando voltado para a questão ambiental. Sem o uso de fertilizantes minerais, considerado o período de dois anos, se observou aumento nos teores de matéria orgânica (MO), Ca e de Mg no solo, para todos os tratamentos, e de K para a maioria dos tratamentos.

O aumento da matéria orgânica no solo está relacionado com a deposição da biomassa cortada da *Crotalaria juncea*, juntamente com os restos culturais das culturas

do taro, brócolis, milho verde e ervilha de vagem. O aumento nos teores de Ca e de Mg ocorreu provavelmente pelo maior aporte desses nutrientes ao sistema quando comparado com as quantidades exportadas. No caso do Ca, para todos os tratamentos de consórcio, as quantidades contidas nos resíduos de crotalária, brócolis, milho verde e ervilha de vagem foram superiores às quantidades exportadas pelas culturas; também no controle, as quantidades contidas nos resíduos de brócolis, milho verde e ervilha de vagem foram superiores às quantidades exportadas por essas culturas mais as da cultura do taro.

No caso do Mg, se não considerar as quantidades exportadas pelas vagens de ervilha, na maioria dos tratamentos, as quantidades contidas nos restos culturais de crotalária, brócolis e milho verde foram superiores às quantidades exportadas.

Para o K, apesar da quantidade exportada pelas culturas ter sido superior às quantidades contidas na biomassa da crotalária e nos restos culturais das hortaliças cultivadas em sucessão, deve-se levar em consideração que não foi considerado as quantidades presentes nos restos culturais do taro que permaneceram no solo por ocasião da colheita, como também da massa foliar da cultura que durante seu desenvolvimento apresenta elevado índice de senescência, o que contribui para uma maior quantidade deste elemento no solo, uma vez que o taro apresenta elevados teores de K em seus tecidos.

Soma-se às observações acima a possibilidade de remobilização, por parte do sistema radicular da crotalária, de nutrientes presentes em camadas mais profundas do perfil do solo, trazendo-se a superfície do solo via deposição dos restos culturais.

Portanto, o consórcio taro e *Crotalaria juncea*, seguido dos cultivos sucessivos de brócolis, milho verde e ervilha de vagem, propiciaram ao final de dois anos, na camada de 0-20 cm de profundidade, aumento nos teores de matéria orgânica, Ca e Mg em todos os tratamentos e aumento de K para a maioria dos tratamentos. Além disso, houve benefícios econômicos em alguns tratamentos cujos indicadores agroeconômicos UET, TR e IL foram superiores aos obtidos no monocultivo do taro.

Assim, o correto manejo da *Crotalaria juncea* cultivada em consórcio com o taro na mesma linha de cultivo poderá proporcionar melhorias na fertilidade do solo, sem prejuízos à cultura do taro, resultando em maior produtividade e rentabilidade de hortaliças cultivadas em sucessão minimizando o uso de agroquímicos no sistema.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – CAPÍTULO I

**Tabela 1A.** Quadrados médios das quantidades de nutrientes presentes na massa cortada de *Crotalaria juncea*: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio(Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês(Mn), cobre (Cu) e boro (B) em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L	Quadrados médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bloco	3	5954,7	132,2	6139,1	1554,4	224,7	37,5	18600,7	2302473,2	396057,9	908,1	24949
Tratamento	9	7516,1**	261,1**	8555,7**	1667**	439,3**	52,3**	46215**	6888610**	7193644**	1924,7**	46198**
Resíduo	27	867,9	24,4	1010,60	202,2	39,4	5,5	3744	393497,9	128057,9	168,4	3928,9
<b>CV (%)</b>		24,99	28,20	26,37	24,7	28,75	25,74	30,11	27,12	31,35	28,4	26,8

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 2A.** Quadrados médios das quantidades de nutrientes exportados pelos rizomas de taro consorciado com a *Crotalaria juncea*: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) boro (B) em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L	Quadrados médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bloco	3	1142,3	133,5	1459,7	28,7	13,5	3,9	48130,1	15093,1	10051,6	402,2	243,6
Tratamento	10	6157,9**	1100,1**	18951,5**	287,4**	173,8**	42,2**	599799**	500616,2**	264300,3**	2489,5**	5699,8**
Resíduo	30	1753,9	165,1	3523,4	24,6	22,3	7,3	40926,8	32596,6	7166,1	631,3	677,3
<b>CV (%)</b>		18,2	19,37	17,53	29,93	18,41	17,64	27,78	16,04	22,98	18,87	18,37

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 3A.** Quadrados médios das variáveis: área foliar específica (AFE), índice de queimadura das folhas (IQ), temperatura máxima (T. Máx.), média (T. méd.) e mínima (T. mín.) das folhas do taro em função das épocas de corte da *Crotalaria juncea*

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		AFE	IQ	T. máx.	T.méd.	T.mín.
Bloco	3	0,284	0,568	1,858	2,143	2,706
Tratamento	10	0,041 <sup>ns</sup>	5,073**	7,595**	5,044**	4,740**
Resíduo	30	0,035	0,951	1,049	0,865	0,868
CV (%)		9,88	39,28	4,38	4,11	4,21

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

ns - Não significativo a 5% pelo teste F.

**Tabela 4A.** Quadrados médios da variável Índice SPAD em função das épocas de corte da *Crotalaria juncea*.

F.V.	G.L.	Quadrado médio
Bloco	3	94,55
Tratamento	10	88,08**
Erro A	24	12,05
Época	8	239,84**
Trat x Época	80	27,16**
Resíduo	270	13,54
CV (%)		6,52

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 5A.** Quadrados médios das variáveis: massas de matéria fresca de folhas (MF), rizoma mãe (RM), rizomas filho grande (MFG), rizomas filho médio (MFM) e de rizomas filho pequeno (MFP) e número de rizomas filho grande por planta (NFG), filho médio (NFM) e filho pequeno (NFP) de taro em função das épocas de corte da *Crotalaria juncea*

F.V.	G.L.	Quadrados médios							
		MF	RM	MFG	MFM	MFP	NFG	NFM	NFP
Bloco	3	4,260	19,173	19,911	14,511	3,236	1,90	1,848	1,706
Tratamento	10	9,588 <sup>ns</sup>	62,061 <sup>ns</sup>	68,928**	25,292 <sup>ns</sup>	8,921 <sup>ns</sup>	2,346*	2,556 <sup>ns</sup>	1,822 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	6,941	31,152	17,987	14,387	5,552	0,913	1,882	0,903
CV (%)		51,69	23,30	35,61	32,21	27,89	44,24	34,39	20,77

\*\*, \* - Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 6A.** Quadrados médios das variáveis: massa de matéria fresca de rizomas filho refugo (MFR), número de rizomas filho refugo por planta (NFR), massa de matéria fresca de rizomas filho comercial (MFC), número de rizomas filho comercial por planta (NFC), massa de matéria fresca de rizomas filho total (MRFT), número de rizomas filho total por planta (NRFT) e produção total (PT) do taro em função das épocas de corte da *Crotalaria juncea*

F.V.	G.L.	Quadrados médios						
		MFR	NFR	MFC	NFC	MRFT	NRFT	PT
Bloco	3	2,769	9,001	20,475	7,374	32,100	32,352	43,827
Tratamento	10	3,374 <sup>ns</sup>	2,285 <sup>ns</sup>	199,923**	14,692**	199,840**	19,211 <sup>ns</sup>	461,071**
Resíduo	30	4,234	5,603	31,184	4,204	34,008	11,272	107,233
<b>CV (%)</b>		43,91	39,10	17,35	19,12	15,82	20,01	17,03

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 7A.** Quadrados médios das variáveis dos indicadores agroeconômicos do taro: Índice de uso eficiente da terra (UET), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), Índice de lucratividade (IL) em função das épocas de corte da *Crotalaria juncea*

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		UET	RB	RL	TR	IL
Bloco	3	0,012	24565104,45	19270313,77	0,08	24,47
Tratamento	10	0,110**	282767546,15**	217532265,52**	0,77**	148,72**
Resíduo	30	0,016	44776860,43	34567684,81	0,13	33,08
<b>CV (%)</b>		16,64	17,67	23,29	12,24	8,88

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 8A.** Custo de produção de um hectare de taro ‘Japonês’, cultivado no sistema de monocultivo

<b>A1) Insumos</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Mudas	100	sc	23,00	2300,00
Sub - total A1				<b>2300,00</b>
<b>A2) Mão-de-obra</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Plantio	10	D/H	30,00	300,00
Irrigação	15	D/H	30,00	450,00
Capina	20	D/H	30,00	600,00
Col.,limp.,Clas., embal.	50	D/H	30,00	1500,00
Sub - total A2				<b>2850,00</b>
<b>A3) Embalagens e transporte</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Caixa K	464,09	Unid.	2,00	928,18
Saco plástico	1357,5	Unid.	1,00	1357,50
Frete	1821,59	Vol.	1,00	1821,59
Sub - Total A3				<b>4107,27</b>
<b>A4) Maquinários</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Bomba de irrigação	72	horas	10,00	720,00
Trator	4	horas	60,00	240,00
Sub - total A4				<b>960,00</b>
Sub – Total A (STA)= A1+A2+A3+A4=				<b>R\$ 10217,27</b>
<b>B) Custos Fixos</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Benfeitoria	260	dias	1,50	390,00
Remuneração da terra	1	ha	240,00	240,00
Sub - Total B				<b>630,00</b>
<b>C) Outros Custos</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Imprevistos	10%STA	–	–	R\$ 1021,73
Administração	5%STA	–	–	R\$ 510,86
Sub – total C				<b>R\$ 1532,59</b>
Total A + B + C =				<b>R\$ 12379,86</b>
Juros trim.(2,16%) x 3=				<b>R\$ 802,21</b>
Total geral =				<b>R\$ 13182,07</b>

Dados obtidos do tratamento de controle, bloco I

**Tabela 9A.** Custo de produção de um hectare de taro ‘Japonês’ consorciado com a *Crotalaria juncea*

<b>A1) INSUMOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Mudas	100	sc	23,00	2.300,00
Sementes/crotalaria	19,6	kg	6,80	133,28
Sub - total A1	–	–	–	<b>2.433,28</b>
<b>A2) Mão - de - obra</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Plantio do taro	10	D/H	30,00	300,00
Plantio da Crotalaria	4	D/H	30,00	120,00
Irrigação	15	D/H	30,00	450,00
Capinas	10	D/H	30,00	300,00
Corte da crotalaria	2	D/H	30,00	60,00
Col.,limp.,Clas., embal.	50	D/H	30,00	1.500,00
Sub - Total A2	-	–	–	<b>2.730,00</b>
<b>A3) Embalagens e transporte</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Caixa K	533,64	Unid.	2,00	1067,28
Saco plástico	1576,00	Unid.	1,00	1576,00
Frete	2109,64	Vol.	1,00	2109,64
Sub - Total A3	–	–	–	<b>4752,92</b>
<b>A4) Maquinários</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Bomba de irrigação	72	horas	10,00	720,00
Trator	4	horas	60,00	240,00
Sub - total A4	–	–	–	<b>960,00</b>
Sub – Total A (STA)= A1+A2+A3+A4=				<b>10.876,20</b>
<b>B) Custos Fixos</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Benfeitoria	260	dias	1,50	390,00
Remuneração da terra	1	Há	240,00	240,00
Sub - Total B	–	–	–	<b>630,00</b>
<b>C) Outros Custos</b>				
Descrição	Quant	Unid	Valor unitário(R\$)	Valor total (R\$)
Imprevistos	10% STA	–	–	R\$ 1087,62
Administração	5% STA	–	–	R\$ 543,81
Sub – total C				<b>R\$ 1631,43</b>
Total A + B + C =				R\$ 13.137,63
Juro trim.(2,16%) x 3=				R\$ 851,32
Total geral =				<b>R\$ 13.988,95</b>

Dados obtidos do tratamento de corte da crotalaria aos 55 DAS, bloco I

**Tabela 10A.** Renda bruta obtida de um hectare de taro ‘Japonês’ cultivado no sistema de monocultivo

Descrição	Unid.	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagem	Cx.	464,09	27,00	12.530,43
Embalagem	Sc.	1357,50	23,00	31.222,50
Total	–	–	–	<b>43.752,93</b>

Dados do tratamento de controle, bloco I.

**Tabela 11A.** Temperaturas média (T. méd.), máxima (T. máx.) e mínima (T. mín.); precipitação pluviométrica (Precip.) e umidade relativa do ar (U.R.) observadas durante o período do consórcio taro e *Crotalaria juncea*

Mês/ano	T méd.( <sup>0</sup> C)	T máx.( <sup>0</sup> C)	T mín.( <sup>0</sup> C)	Precip.(mm)	U.R. (%)
Set/2010	19,23	27,09	13,31	22,80	66,37
Out/2010	20,45	26,41	16,85	147,30	74,97
Nov/2010	21,05	26,27	18,33	393,00	83,40
Dez/2010	23,14	29,12	19,49	388,60	82,03
Jan/2011	23,32	29,23	19,81	141,00	77,71
Fev/2011	23,46	30,91	18,90	119,70	75,32
Mar/2011	22,26	27,46	18,98	249,20	87,19
Abr/2011	20,77	26,52	17,42	43,50	85,17
Mai/2011	17,52	24,72	13,58	2,60	81,58
Jun/2011	15,64	22,99	11,44	22,70	82,47

## APÊNDICE B – CAPÍTULO II

**Tabela 1B.** Quadrados médios das variáveis: ciclo da cultura em dias (CIC); massa de matéria fresca da inflorescência (MFI); Produtividade comercial em massa das inflorescências (Prod.); Massas de matéria seca do caule (MSC), pecíolo (MSP) e do limbo (MSL); Comprimento das plantas (CP) e número de folhas por planta (NF) do brócolis cultivado em sequência ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*, em função das épocas de corte da crotalária

F.V	G.L.	Quadrados médios							
		CIC	MFI	Prod.	MSC	MSP	MSL	CP	NF
Bloco	3	21,114	5650,482	3,522	0,003	0,014	0,027	5,993	6,068
Tratamento	10	4,541 <sup>ns</sup>	13467,67**	8,414**	0,006 <sup>ns</sup>	0,016*	0,041 <sup>ns</sup>	24,542 <sup>ns</sup>	2,925 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	2,747	4038,241	2,524	0,004	0,006	0,028	16,787	2,060
<b>CV (%)</b>		1,56	15,02	15,02	14,06	10,77	12,98	7,86	6,86

\*\* , \* - Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

<sup>ns</sup> - não significativo a 5% pelo teste F

**Tabela 2B.** Quadrados médios das variáveis de indicadores econômicos: renda bruta (RB); renda líquida (RL); taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V	G.L.	Quadrados médios			
		RB	RL	TR	IL
Bloco	3	1922535	722451,50	0,004	0,0002
Tratamento	10	17079870**	10330090**	0,073**	0,0042**
Resíduo	30	4698065	2822344	0,021	0,0013
<b>CV (%)</b>		12,50	18,72	6,96	7,02

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 3B.** Quadrados médios das variáveis: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio(Ca); magnésio (Mg); enxofre (S); zinco (Zn); ferro (Fe); manganês (Mn); cobre (Cu) e boro (B), nutrientes exportados pelas inflorescências do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bl	3	11,26	0,80	6,38	15,36	0,24	0,91	30,29	2169,25	65,50	0,10	12,44
Trat	10	26,86**	1,85**	14,94**	35,94**	0,55**	2,13**	70,95**	6022,52**	153,44**	0,24**	29,17**
Res	30	8,10	0,56	4,53	10,90	0,17	0,65	21,52	1853,15	46,54	0,07	8,85
<b>CV(%)</b>		15,01	15,07	15,05	15,04	15,04	15,04	15,04	15,48	15,04	15,04	15,04

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F

**Tabela 4B.** Quadrados médios das variáveis: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio(Ca); magnésio (Mg); enxofre (S); zinco (Zn); ferro (Fe); manganês (Mn); cobre (Cu) e boro (B), nutrientes presentes nos restos vegetais do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bl	3	20,77	1,44	11,58	27,88	0,43	1,65	55,00	4484,18	118,94	0,19	22,59
Trat	10	65,96 <sup>ns</sup>	4,57 <sup>ns</sup>	36,73 <sup>ns</sup>	88,42 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	5,26 <sup>ns</sup>	174,56 <sup>ns</sup>	14232,28 <sup>ns</sup>	377,52 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	71,78 <sup>ns</sup>
Res	30	33,54	2,32	18,69	44,98	0,69	2,67	88,78	7238,61	192,01	0,31	36,50
<b>CV(%)</b>		11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72

ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 5B.** Quadrados médios das variáveis dos parâmetros de análise de crescimento: área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e índice de área foliar (IAF), do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		AFE	RAF	RMF	IAF
Bloco	3	0,008	0,005	0,0015	0,039
Tratamento	10	0,007 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>	0,059**
Erro A	30	0,006	0,003	0,0005	0,022
Época	3	6,979**	5,945**	0,7499**	8,763**
Época x Trat	30	0,003 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>
Resíduo	99	0,004	0,002	0,0007	0,012
<b>CV(%)</b>		5,44	5,75	4,55	19,52

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F ; ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 6B.** Quadrados médios das variáveis dos parâmetros de análise de crescimento: taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL), do brócolis cultivado em sucessão ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		TCR	TAL
Bloco	3	0,0004	0,0011
Tratamento	10	0,0001ns	0,0002ns
Erro A	30	0,0001	0,0002
Época	2	0,0828**	0,0211**
Época x Trat	20	0,0003ns	0,0009ns
Resíduo	66	0,0003	0,0009
<b>CV(%)</b>		20,81	23,44

\*\* - Significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F ; ns - não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 7B.** Custo de produção de um hectare do brócolis híbrido BRO 68 cultivado em sequência ao consórcio taro e crotalária

<b>A) INSUMOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Sementes	30	mil	30,00	900,00
Substrato	20	SC	18,50	370,00
inseticida	1	L	51,35	51,35
Fungicida	5	kg	32,00	160,00
Energia elétrica	1310	kwh	0,19363	253,65
Sub-total A	-	-	-	<b>1.735,00</b>
<b>B) SERVIÇOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Coveamento	12	d/h	40,00	480,00
Formação de mudas	2	d/h	40,00	80,00
Transplântio	2	d/h	40,00	80,00
Aplicação de defensivos	6	d/h	40,00	240,00
Capina manual	12	d/h	40,00	480,00
Colheita, classif., embalagem	30	d/h	40,00	1.200,00
Irrigação por aspersão	5	d/h	40,00	200,00
Sub-total B	-	-	-	<b>2.760,00</b>
<b>C) EMBALAGENS E TRANSPORTE</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Engradados	926	Un.	2,00	1.852,00
Tranporte	926	Eng.	1,00	926,00
Sub-total C	-	-	-	<b>2.778,00</b>
<b>D) CUSTOS INDIRETOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Remuneração da terra	1	há	75,00	75,00
Depreciação do sist. de irrigação	40	horas	1,50	60,00
Sub-total D	-	-	-	<b>135,00</b>
<b>E) OUTROS CUSTOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário R\$	Valor total R\$
Administração	5% A+B+C	-	-	363,65
Sub- total E	-	-	-	<b>363,65</b>
TOTAL de A + B+ C+D+E				<b>R\$ 7.771,65</b>
Juro trimestral	(2,16%)			<b>R\$ 167,87</b>
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 7.939,52</b>

Exemplo do tratamento de corte aos 220 DAS da crotalária, bloco IV.

**Tabela 8B.** Renda bruta de um ha de brócolis híbrido BRO 68 cultivado em sequência ao consórcio taro e crotalária

Descrição	Unid.	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagem	Engradados	926	16,25	15047,00

Exemplo do tratamento de corte aos 220 DAS da crotalária, bloco IV.

**Tabela 9B.** Temperaturas média (T. méd.), máxima (T. máx.) e mínima (T. mín.); precipitação pluviométrica (Precip.) e umidade relativa do ar (U.R.) observadas durante o período do cultivo do brócolis em sucessão ao consórcio taro e *Crotalária juncea*

Mês/ano	T méd.( <sup>0</sup> C)	T máx.( <sup>0</sup> C)	T mín.( <sup>0</sup> C)	Precip.(mm)	U.R.(%)
Jul/11	15,55	23,87	9,92	0,0	80,55
Ago/11	18,52	27,15	12,71	4,6	70,06
Set/11	18,55	27,10	12,77	0,2	65,43
Out/11	20,26	25,85	16,74	159,20	76,64

## APÊNDICE C – CAPÍTULO III

**Tabela 1C.** Quadrados médios das variáveis: Comprimento total da planta (CP), diâmetro do caule (DC), altura de inserção da espiga principal (AIE), comprimento da espiga com palha (CECP), e sem palha (CESP) massa de matéria fresca da espiga com palha (MFECP), e sem palha (MFESP), produtividade em massa de espigas comerciais (PEC) do milho verde cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios							
		CP	DC	AIE	CECP	MFECP	CESP	MFESP	PEC
Bloco	3	96,57	2,32	30,32	4,20	52,11	1,12	63,64	0,13
Tratamento	10	90,72*	1,33 <sup>ns</sup>	53,14*	2,85 <sup>ns</sup>	1942,07*	0,62 <sup>ns</sup>	528,53 <sup>ns</sup>	4,85*
Resíduo	30	38,34	0,97	22,49	1,32	834,11	0,39	299,12	2,08
<b>CV (%)</b>		2,11	5,16	3,36	3,66	7,04	3,06	6,83	7,04

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

<sup>ns</sup> - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2C.** Quadrados médios das variáveis de indicadores econômicos: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do milho verde cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		RB	RL	TR	IL
Bloco	3	22981,01	13846,50	0,00029	0,18
Tratamento	10	856454,90*	516030,30*	0,01433*	11,89*
Resíduo	30	367843,70	221632,80	0,00601	4,81
<b>CV (%)</b>		7,04	11,55	4,09	4,65

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 3C.** Quadrados médios das variáveis: massa de matéria seca (MS); macronutrientes (N,P,K,Ca,Mg e S) e micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) nas plantas de milho verde após a retirada da espiga cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios											
		MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bl	3	3,1	215,3	5,3	648,2	18,0	8,0	3,8	378,2	181562,7	35124,0	50,0	215,3
Trat.	10	3,8 <sup>ns</sup>	265,4 <sup>ns</sup>	6,5 <sup>ns</sup>	798,8 <sup>ns</sup>	22,2 <sup>ns</sup>	9,9 <sup>ns</sup>	4,7 <sup>ns</sup>	466,1 <sup>ns</sup>	223740,6 <sup>ns</sup>	43283,5 <sup>ns</sup>	61,6 <sup>ns</sup>	265,4 <sup>ns</sup>
Res.	30	2,2	151,6	3,7	456,4	12,7	5,6	2,7	266,3	127851,0	24733,3	35,2	151,6
<b>CV(%)</b>		13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45

ns - Não significativo a 5% pelo teste F.

**Tabela 4C.** Quadrados médios das variáveis: massa de matéria seca (MS); quantidade de macronutrientes (N,P,K,Ca,Mg e S) e micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) nas espigas de milho verde cultivado em sequência ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios											
		MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
Bl	3	0,005	0,95	0,05	0,82	0,46	0,007	0,007	2,77	24,22	1,86	0,05	0,21
Trat	10	0,122*	20,38*	1,10*	17,64*	0,99*	0,148*	0,148*	59,28*	517,47*	39,68*	1,10*	4,41*
Res	30	0,519	8,63	0,47	7,47	0,42	0,628	0,628	25,11	219,21	16,81	0,47	1,87
<b>CV(%)</b>		6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85	6,85

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 5C.** Custo de produção de um ha de milho verde híbrido AG 1051 cultivado em sequência ao brócolis

<b>A1- INSUMOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Semente	60	mil	2,63	158,00
Inseticida (Decis)	1	1	51,35	51,35
Sub - total A1	-	-	-	<b>209,35</b>
<b>A2 - SERVIÇOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Semeadura	3	D/H	40,00	120,00
Capinas	12	D/H	40,00	480,00
Pulverização	1	D/H	40,00	40,00
Irrigação	3	D/H	40,00	120,00
Colheita	18	D/H	40,00	720,00
Sub - total A2	-	-	-	<b>1.480,00</b>
<b>A3 - Maquinários</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Bomba de irrigação	20	horas	4,00	80,00
Trator	4	horas	80,00	320,00
Sub - total A3	-	-	-	<b>400,00</b>
<b>A4- Embalagem e Transporte</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagens	750,4	sc	0,50	375,20
Frete	750,4	sc	1,50	1.125,00
Sub - total A4	-	-	-	<b>1.500,20</b>
Subtotal A (STA) = A1+ A2+ A3+ A4=				<b>R\$ 3.589,55</b>
<b>B) Custos fixos</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Benfeitoria	100	dias	1,00	100,00
Terra	1	Ha	50,00	50,00
Sub - total B:	-	-	-	<b>150,00</b>
<b>C) Outros Custos</b>				
Descrição	Quant	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Imprevistos	10% STA	-	-	358,95
Administração	5% STA	-	-	179,48
Sub - total C	-	-	-	<b>538,43</b>
Total A+B+C=				<b>R\$ 4.277,98</b>
Juro trimestral (2,16%)				R\$ 92,40
Total Geral				<b>R\$ 4.370,38</b>

Dados relativos ao tratamento de controle – Bloco I.

**Tabela 6C.** Renda bruta de 01 ha de milho verde cultivado em sequência ao brócolis

Descrição	Unid.	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagem	Sacas	750,40	10,50	7879,20

Dados relativos ao tratamento de controle – Bloco I.

**Tabela 7C.** Temperaturas média (T. méd.), máxima (T. máx.) e mínima (T. mín.); precipitação pluviométrica (Precip.) e umidade relativa do ar (U.R.) observadas durante o período do cultivo do milho verde em sucessão ao brócolis e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*

Mês/ano	T méd.( <sup>0</sup> C)	T máx.( <sup>0</sup> C)	T mín.( <sup>0</sup> C)	Precip.(mm)	U.R. (%)
Nov/11	19,67	25,11	16,18	297,60	80,27
Dez/11	21,71	26,60	18,95	350,50	80,81
Jan/12	21,76	26,88	18,56	385,40	82,16
Fev/12	22,54	29,70	18,16	41,40	74,86
Mar/12	21,94	28,37	18,18	106,10	79,22

## APÊNDICE D – CAPÍTULO IV

**Tabela 1D.** Quadrados médios das variáveis: índice de precocidade de colheita (IPC), índice de produtividade em massa de vagens não comerciais (IPVNC), índice de vagens não comerciais por planta (IVNCP), número de vagens comercial por planta (NVCP), número de vagens por planta (NVP), massa de matéria fresca por vagem comercial (MFVC), massa de matéria fresca por vagem (MFV), produtividades em massa de vagens total (PVT) e em massa de vagens Comerciais (PVC) da ervilha de vagem cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e taro consorciado com *Crotalaria juncea* de acordo com as épocas de corte da crotalária

F.V	G.L.	Quadrados médios								
		IPC	IPVNC	IVNCP	NVCP	NVP	MFVC	MFV	PVT	PVC
Bloco	3	3,50	34,72	46,70	129,38	450,97	0,44	0,50	12,12	5,71
Tratamento	10	0,46 <sup>ns</sup>	4,10 <sup>ns</sup>	8,08 <sup>ns</sup>	26,21 <sup>ns</sup>	51,27 <sup>ns</sup>	0,13*	0,09*	1,78 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	1,34	11,78	14,57	24,95	76,15	0,05	0,04	1,75	0,89
<b>CV (%)</b>		33,39	13,91	11,26	14,26	16,36	5,31	5,34	16,85	16,00

\* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2D.** Quadrados médios das variáveis: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da ervilha de vagem cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e taro consorciado com a *Crotalaria juncea* de acordo com as épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		RB	RL	TR	IL
Bloco	3	43206200	33510360	0,25	641,33
Tratamento	10	9843594 <sup>ns</sup>	7683940 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	151,54 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	7005435	5460934	0,39	104,56
<b>CV(%)</b>		16,01	41,55	13,16	32,15

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 3D.** Quadrados médios das variáveis: índice SPAD (SPAD) e coordenadas avaliadas com o colorímetro (L\*), (a\*), (b\*), (c\*) e (H\*) em folhas de ervilha como terceiro cultivo sucessivo ao consórcio taro e *Crotalária juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		SPAD	L*	a*	b*	c*	H*
Bloco	3	7,31	3,09	0,09	5,38	4,24	1,67
Tratamento	10	3,42 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	2,79	1,17	0,20	1,26	1,24	0,45
<b>CV (%)</b>		4,99	2,59	4,39	3,23	3,07	0,63

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 4D.** Quadrados médios das variáveis: massa de matéria seca (MS); macronutrientes (N,P,K,Ca,Mg,S) e micronutrientes (Zn,Fe,Mn,Cu,B) presentes na ervilha de vagem cultivada em sucessão ao milho verde, brócolis e taro consorciado com *Crotalaria juncea* em função das épocas de corte da crotalária

F.V.	G.L.	Quadrados médios											
		MS	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
BL	3	3,5	769,1	11,4	728,1	575,3	23,7	4,2	6797,9	195566,5	4550,7	56,2	991,0
Trat	10	1,4 <sup>ns</sup>	306,9 <sup>ns</sup>	4,5 <sup>ns</sup>	290,5 <sup>ns</sup>	229,6 <sup>ns</sup>	9,5 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	2712,5 <sup>ns</sup>	78036,2 <sup>ns</sup>	1815,8 <sup>ns</sup>	22,4 <sup>ns</sup>	395,4 <sup>ns</sup>
Res	30	0,3	60,3	0,9	57,1	45,1	1,9	0,3	533,1	15337,5	356,9	4,4	77,7
<b>CV(%)</b>		20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Tabela 5D.** Custo de produção de um ha de ervilha de vagem cultivada em sucessão ao milho verde, brócolis e taro em consórcio com a *Crotalaria juncea*

<b>I - INSUMOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Sementes	20	kg	30,95	619,00
Agrotóxico Deltametrina (25g/L)	0,5	L	46,00	23,00
Agrotóxico Oxicloreto de Cobre (840 g/kg)	15	kg	25,80	387,00
Agrotóxico Acetamiprido (200 g/kg)	0,2	kg	360,00	72,00
Arame liso no 12 (utilização em 4 cultivos)	100	kg	1,16	116/4= 29,00
Bob (esticador arame - utilização em 5 cultivos)	100	ud	0,5	50/5=10
Mourões(2,70m x 0,24m - 04 cultivos)	300	ud	2,50	750/4= 187,50
Varas (utilização em 04 cultivos)	20,00	mil	75,00	1500/4= 375,00
Fitilho	39	kg	16,80	655,20
Energia elétrica p/ irrigação	1102	kwh	0,23	253,46
<b>Sub total A1</b>	-	-	-	<b>2611,16</b>
<b>II - SERVIÇOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Semeio	3,0	d/h	40,00	120,00
Tutoramento	8,0	d/h	40,00	320,00
Amarrio	17	d/h	40,00	680,00
Agrotóxico (aplicação)	12,00	d/h	40,00	480,00
Capina (manual)	4,0	d/h	40,00	160,00
Colheita, classificação, acondicionamento	70	d/h	40,00	2.800,00
Irrigação (montagem)	2	d/h	40,00	80,00
Irrigação (aspersão)	4	d/h	40,00	160,00
Desbaste	2	d/h	40,00	80,00
<b>Sub total A2</b>	-	-	-	<b>4.880,00</b>
<b>III - EMBALAGEM E COMERCIALIZAÇÃO</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagem	646,85	cx	1,00	646,85
Frete	646,85	cx	1,50	970,27
<b>Sub total A3</b>	-	-	-	<b>1.617,12</b>
<b>Sub total (STA) A1 + A2 + A3 =</b>				<b>R\$ 9.108,28</b>
<b>B) CUSTOS FIXOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Remuneração da terra	1	Há	100,00	100,00
<b>Sub total B</b>	-	-	-	<b>100,00</b>
<b>C) OUTROS CUSTOS</b>				
Descrição	Quant.	Unid.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Imprevistos	10%STA)			910,81
Administração	5%STA)			455,41
<b>Sub total C =</b>				<b>1.366,22</b>
<b>Total A + B + C =</b>				<b>R\$ 10574,5</b>
Juro trimestral	(2,16%)			<b>R\$ 304,54</b>
<b>Total Geral =</b>				<b>R\$ 10.879,04</b>

Dados referentes ao tratamento de corte da crotalaria aos 55 DAS, bloco I

**Tabela 6D.** Renda bruta obtida de um ha de ervilha de vagem cultivada em sequência ao milho verde, brócolis e consórcio taro e *Crotalaria juncea*

Descrição	Unid.	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Embalagem	caixas	646,85	24,78	16.028,94

Dados referentes ao tratamento de corte da crotalaria aos 55 DAS, bloco I

**Tabela 7D.** Temperaturas média (T. méd.), máxima (T. máx.) e mínima (T. mín.); precipitação pluviométrica (Precip.) e umidade relativa do ar (U.R.) observadas durante o período do cultivo da ervilha de vagem em sucessão ao brócolis, milho verde e ao consórcio taro e *Crotalaria juncea*

Mês/ano	T méd.( <sup>0</sup> C)	T máx.( <sup>0</sup> C)	T mín.( <sup>0</sup> C)	Precip.(mm)	U.R. (%)
Mai/12	17,60	23,55	14,26	104,00	86,22
Jun/12	17,70	24,32	14,14	8,20	86,30
Jul/12	16,50	24,82	10,92	0,00	82,74
Ago/12	17,18	25,40	11,94	5,50	77,52
Set/12	19,42	27,79	13,58	46,90	68,37