

# CULTIVO DE BRÓCOLIS EM SUCESSÃO AO MILHO CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES, SOB MANEJO ORGÂNICO<sup>1</sup>

Marcus Vinicius de Castro Rocha<sup>2</sup>

José Antonio Azevedo Espindola<sup>3</sup>

Shaiene Costa Moreno<sup>4</sup>

Ana Carolina Dornelas Rodrigues Rocha<sup>5</sup>

Ednaldo da Silva Araújo<sup>6</sup>

José Guilherme Marinho Guerra<sup>7</sup>

## Resumo

Esse estudo objetivou avaliar consórcios de milho (*Zea mays*) com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), milho com crotalária (*Crotalaria juncea*) e cultivo solteiro de milho, como adubos verdes para a cultura do brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*) em sucessão, conduzida sob manejo orgânico. O trabalho foi conduzido em duas fases. A fase 1 consistiu no plantio dos adubos verdes nos seguintes tratamentos, dispostos em blocos casualizados, com cinco repetições: (T1) milho consorciado com feijão de porco; (T2) milho consorciado com crotalária; (T3) milho em cultivo solteiro (monocultivo); (T4) pousio. Avaliou-se a influência dos consórcios na produtividade do milho, além de verificar a produção de biomassa e acúmulo de N, P e K. Na fase 2 do experimento, sobre a palhada produzida na Fase 1, foi feito o plantio direto de brócolis e avaliou-se o peso fresco e seco, diâmetro, circunferência e os teores de N, P e K das inflorescências. Nas duas fases, analisou-se a influência dos tratamentos na biomassa de plantas espontâneas. T1 obteve maiores valores de produtividade de biomassa vegetal, em relação à T3. Na fase 2, foram verificados maior produtividade, circunferência e diâmetro das inflorescências de brócolis para T1 e T2 em relação a T4, assim como seus teores de N. A adubação verde proporcionou o controle de plantas espontâneas nas duas fases do experimento. Concluiu-se que a prática de adubação verde proporcionou aumento da produtividade de brócolis, influenciado pelo consórcio do milho com leguminosas. Tal prática permitiu ainda maior aporte de matéria orgânica e nutrientes ao solo.

**Palavras-chave:** *Brassica oleraceae* var. *italica*. *Zea mays*. *Canavalia ensiformis*. *Crotalaria juncea*.

## BROCCOLI CULTIVATED IN SUCCESSION TO MAIZE INTERCROPPED WITH GREEN MANURES, UNDER ORGANIC MANAGEMENT

## Abstract

The present study aims to evaluate intercropping of maize (*Zea mays*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*), corn and sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and single cultivation of maize, as green manure for the cultivation of broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italica*) in succession, conducted under organic management. The work was carried out in two stages. Phase 1 consisted of sowing green fertilizers in the treatments, arranged in randomized blocks, with five replications: (T1) maize intercropped with jack bean; (T2) maize intercropped with sunn hemp; (T3) maize in single cultivation (monoculture); (T4) fallow. The influence of intercropping on maize yield was evaluated, in addition to verify the yield and accumulation of N, P and K at plant biomass. In phase 2 of the experiment, broccoli was transplanted on the straw produced in the phase 1, under no-tillage system. It was evaluated the fresh and dry weight, diameter, circumference and the contents of N, P and K of the broccoli inflorescences. In the two phases, the influence of treatments on the biomass of spontaneous plants was analyzed. T1 obtained the highest yield values of plant biomass, when compared

1 Este trabalho faz parte da Dissertação do primeiro autor intitulada "Cultivo de brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*) em sucessão a adubos verdes, sob manejo orgânico" do Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica (Parceria: UFRRJ, Embrapa Agrobiologia e Pesagro-Rio).

2 Mestre em Agricultura Orgânica. Servidor do IFRJ, Pinheiral. E-mail: [marcusvinicius\\_rocha@yahoo.com.br](mailto:marcusvinicius_rocha@yahoo.com.br)

3 Pesquisador, Embrapa Agrobiologia. E-mail: [jose.espindola@embrapa.br](mailto:jose.espindola@embrapa.br)

4 Professora do IFRJ, Pinheiral. E-mail: [shaiene.moreno@ifrrj.edu.br](mailto:shaiene.moreno@ifrrj.edu.br)

5 Professora da UNIFOA e do IFRJ, Pinheiral. E-mail: [kroldornelas@yahoo.com.br](mailto:kroldornelas@yahoo.com.br)

6 Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. E-mail: [ednaldo.araujo@embrapa.br](mailto:ednaldo.araujo@embrapa.br)

7 Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. E-mail: [guilherme.guerra@embrapa.br](mailto:guilherme.guerra@embrapa.br)

to T3. In phase 2, greater yield, circumference and diameter of the broccoli inflorescences, as well as N contents, were observed for T1 or T2 in relation to T4. Green manure provided control of spontaneous plants in both phases of the experiment. It was concluded that the practice of green manures provided an increased yield of broccoli, influenced by the intercropping of corn with legumes, which allowed a greater supply of organic matter and nutrients to the soil.

**Keywords:** *Brassica oleraceae* var. *italica*. *Zea mays*. *Canavalia ensiformis*. *Crotalaria juncea*.

## 1 Introdução

Atualmente, verifica-se um processo de conscientização quanto ao meio ambiente e à qualidade de vida por parte da população. Cria-se assim uma possibilidade para a expansão da agricultura orgânica em diversos setores da sociedade e, conseqüentemente, uma demanda cada vez maior por produtos oriundos desse sistema de produção.

Em contrapartida, a oferta desses produtos ainda é dificultada, visto que sua produção depende da utilização de insumos como fertilizantes adaptados para sistemas orgânicos, principalmente resíduos vegetais e estercos. Isso representa um gargalo para a sustentabilidade da produção orgânica de alimentos, uma vez que em muitos solos brasileiros observa-se reduzida fertilidade natural.

O uso da adubação verde aparece como alternativa à ciclagem de nutrientes via utilização de resíduos orgânicos de origem animal. Normalmente, são utilizadas plantas da família Fabaceae, também conhecidas como leguminosas. Elas possuem diversos benefícios como o aporte de grandes quantidades de biomassa ao solo; associação simbiótica com bactérias que permitem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), possibilitando a redução dos custos de produção, controle de plantas espontâneas por mecanismos físicos ou alelopáticos. Além disso, os adubos verdes, em geral, são de extrema importância para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, principalmente na capacidade de troca catiônica (CTC), ciclagem de nutrientes e redução do teor de alumínio (WILDNER, 2014).

O cultivo de hortaliças merece destaque na agricultura orgânica do estado do Rio de Janeiro, que possui 563 produtores certificados (MAPA, 2021). Muitas dessas hortaliças apresentam grande relevância na alimentação da população desse estado, como é o caso do brócolis, que também representa importante fonte de renda principalmente para os pequenos agricultores, por atingir altos valores durante o ano. Embora alguns estudos tenham indicado a viabilidade da adubação verde com leguminosas para o cultivo de brócolis (SIQUEIRA *et al.*, 2009; DINIZ *et al.*, 2011), verifica-se a possibilidade de combinar a utilização dessas plantas em consórcio com o milho, de forma a gerar renda para os agricultores.

O presente trabalho objetiva avaliar a utilização de leguminosas herbáceas anuais (feijão de porco – *Canavalia ensiformis* e crotalária – *Crotalaria juncea*), como adubos verdes consorciados ao milho verde, para a cultura do brócolis, em sucessão conduzida sob manejo orgânico, nas condições edafoclimáticas da região Sul Fluminense.

## 2 Material e Métodos

O trabalho de campo foi conduzido no Módulo Agroecológico do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) - Campus Pinheiral, onde desde 2005 é realizada a produção de hortaliças, grãos, sementes diversas e frutas, sob manejo orgânico. Está localizado no município de Pinheiral, sul do estado do Rio de Janeiro. O Módulo Agroecológico está situado nas coordenadas 22°31' Sul e 43°59' Oeste, com altitude de 372 m.

O experimento foi realizado em duas fases. Na primeira fase, foi cultivado o milho verde consorciado a adubos verdes ou em cultivo solteiro, enquanto na segunda fase houve o cultivo de brócolis sobre o palhado do cultivo conduzido na primeira fase.

O solo da área foi identificado como um PLANOSSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, A moderado, textura arenosa, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013).

Procedeu-se a amostragem do solo de acordo com Freire *et al.* (2013), realizando-se a análise da fertilidade do solo conforme Embrapa (1997) (Tabela 1). Foram coletadas 20 amostras simples em duas profundidades diferentes (0-20 cm e 20-40 cm). Foram então conduzidas análises para as seguintes características químicas do solo: pH e teores de alumínio ( $Al^{+3}$ ), cálcio ( $Ca^{+2}$ ), magnésio ( $Mg^{+2}$ ), fósforo disponível, potássio ( $K^{+}$ ), enxofre (S), sódio ( $Na^{+}$ ), acidez potencial ( $H^{+}+Al^{+3}$ ) e valores T e V. A Tabela 1 apresenta o resultado das análises de solo.

Tabela 1. Caracterização da fertilidade do solo da área experimental. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ, fevereiro de 2017.

Prof.	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	S	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	T	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	V
	H <sub>2</sub> O	cmolc dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			%	
0-20 cm	7,0	4,1	1,1	5,3	0,1	1,7	7,0	71	34	11	75
20-40 cm	6,6	2,1	0,8	3,0	0,0	3,1	6,1	54	20	9	50

Na primeira fase do experimento, o delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram de: T1: milho verde consorciado com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*); T2: milho verde consorciado com crotalária (*Crotalaria juncea*); T3: milho verde em cultivo solteiro (monocultivo); T4: pousio. A área experimental total constou de 20 parcelas experimentais com dimensões de 4,0 x 4,5 m, totalizando 360 m<sup>2</sup>.

O preparo do solo foi realizado através de uma aração e duas gradagens, realizadas aos 60 e 45 dias respectivamente, antes da implantação do experimento, ou seja, antecedendo os adubos verdes. Procedeu-se ainda a calagem da área com intuito de elevar o valor V (saturação por bases) para 80%, com a dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com 80 % de PRNT. Próximo ao plantio, realizou-se o preparo de solo do tipo mínimo, com o uso da enxada rotativa na camada de 0-20 cm, e em seguida sulcadas as linhas de plantio.

No tratamento T1, o cultivo de milho verde consorciado com feijão de porco foi conduzido em fileiras duplas, ou seja, duas fileiras de milho intercaladas por duas fileiras de adubo verde, com espaçamento de 0,5 m x 1,5 m. A semeadura teve a densidade de cinco sementes m<sup>-1</sup> linear para o milho, enquanto para o feijão de porco a densidade de plantio utilizada foi de oito sementes por metro linear. De maneira similar, no tratamento T2 foi feito o consórcio de milho verde com espaçamento em fileiras duplas de 0,5 m x 1,5 m, com a densidade de semeadura de cinco sementes m<sup>-1</sup> linear e de crotalária na densidade de plantio de 12 sementes m<sup>-1</sup> linear. No tratamento T3, foi semeado apenas milho verde, em cultivo solteiro (50.000 plantas ha<sup>-1</sup>), cultivado em fileiras simples, com densidade de plantio de cinco sementes m<sup>-1</sup> linear e espaçamento de 1,0 metro entre fileiras. O tratamento T4 consistiu no pousio, em que o terreno ficou sem cultivo até a segunda fase do experimento.

No momento da implantação do experimento, foi utilizada adubação com composto orgânico formado a partir de resíduos vegetais oriundos de roçada da grama esmeralda (*Zoysia japonica*) juntamente com resíduo orgânico animal (estercos de equinos). Esse composto foi aplicado na dose de 500 g m<sup>-1</sup> linear (equivalente à dose de 5 Mg ha<sup>-1</sup>). A análise química do composto foi realizada segundo a metodologia descrita por Nogueira e Souza (2005). Os resultados oriundos da análise foram: teores de N = 5,80 g kg<sup>-1</sup>, P = 2,63 g kg<sup>-1</sup>, K = 1,64 g kg<sup>-1</sup>, Ca = 13,07 g kg<sup>-1</sup>, e Mg = 1,49 g kg<sup>-1</sup>. As sementes de crotalária e feijão de porco foram inoculadas com bactéria *Bradyrhizobium* sp., estirpe SEMIA 6156 BR 2003 e semeadas juntamente com o milho, variedade Eldorado.

Aos 20 dias após a semeadura dos adubos verdes, foi realizada a primeira adubação de cobertura do milho, com torta de mamona (equivalente à dose de 600 kg de torta ha<sup>-1</sup> ou 30 kg de N ha<sup>-1</sup>) e cinzas de eucalipto m<sup>-1</sup> linear (equivalente à dose de 350 kg de cinza ha<sup>-1</sup> ou 5 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>). As análises desses teores foram realizadas de acordo com Nogueira e Souza (2005). Aos 40 dias após a implantação do experimento, essa adubação foi repetida, aplicando-se torta de mamona (equivalente à dose de 1.000 kg de torta ha<sup>-1</sup> ou 50 kg de N ha<sup>-1</sup>) e sulfato de potássio (equivalente a dose de 70 kg de sulfato de potássio ha<sup>-1</sup> ou 35 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), perfazendo as doses de 80 kg de N ha<sup>-1</sup> e 40 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, conforme recomendado por Freire *et al.* (2013).

Para avaliar a influência de cada tratamento na produção de biomassa das plantas espontâneas, foi realizada uma avaliação fitossociológica da área. Aos 23 e 49 dias após o plantio, realizou-se a amostragem das plantas espontâneas, em que foi quantificada a biomassa produzida. Para essa avaliação, foram coletadas todas as plantas espontâneas, segundo o método do quadrado inventário (FONTES *et al.*, 2004). O material foi coletado na área amostral das parcelas que receberam plantio, tanto naquelas com cultivo solteiro de milho verde quanto nas parcelas consorciadas de milho verde com adubos verdes. As parcelas em pousio, correspondentes ao tratamento T4, só foram amostradas próximo ao preparo do terreno para a segunda fase do experimento com o brócolis. Essas amostras foram pesadas e secas, para obtenção da biomassa fresca e seca em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingirem massa constante.

A colheita do milho verde foi realizada em torno de 110 dias após o plantio, coletando um metro linear de cada uma das fileiras centrais das parcelas (equivalente a 2 m<sup>2</sup>). O material colhido foi avaliado quanto ao peso, o comprimento e o diâmetro das espigas produzidas. Posteriormente as espigas foram secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C para a determinação de massa seca, moídas em moinhos tipo “Willey” e analisadas quanto ao acúmulo de N nas espigas de milho verde, de acordo com método descrito por Buresh *et al.* (1982).

Posteriormente à colheita do milho, mas antecedendo o corte dos adubos verdes, aos 112 dias após o plantio, foi realizada outra determinação de produção de biomassa. Nessa determinação, toda a cobertura que estava dentro da área amostral de 1 m<sup>2</sup> (FONTES *et al.*, 2004), onde foram coletadas tanto as plantas de milho, quanto os adubos verdes e as plantas espontâneas, mesmo nas parcelas em pousio.

As amostras foram pesadas e secas, para obtenção da biomassa fresca e seca, em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingirem peso constante, sendo em seguida moídas em moinho tipo “Willey” (facas) e analisadas para

a determinação dos teores dos nutrientes: N, pelo método macro-Kjeldahl, P, pelo método colorimétrico, e K pelo método de fotometria de chama, de acordo com Nogueira e Souza (2005).

Na segunda fase do experimento, logo após a colheita do milho verde, aproximadamente aos 115 dias após o plantio, os adubos verdes foram cortados com roçadeira costal e seus resíduos deixados na superfície do terreno, em forma de palhada. O mesmo foi feito nas parcelas em pousio, nas quais toda a biomassa da parcela era formada pelas plantas espontâneas do local. Dois dias após o corte, foram abertas as covas para o cultivo em sistema de plantio direto das mudas de brócolis com o espaçamento de 0,15 m x 0,15 m.

Para a produção das mudas de brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*), foram utilizadas sementes do híbrido BC 1691, tipo Americano. Da sementeira até o transplante, as mudas ficaram em casa de vegetação coberta com plástico e laterais fechadas. Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo o substrato descrito por Oliveira *et al.* (2011). As mudas foram transplantadas aos 45 dias após a sementeira, utilizando espaçamento de 1,0 m x 0,5 m. No momento do plantio, foi aplicada a dose de 500 g cova<sup>-1</sup> (equivalente à dose de 10 Mg ha<sup>-1</sup>) do mesmo composto orgânico utilizado na primeira fase do experimento.

Aos 30 dias após o plantio de brócolis, foi feita uma capina manual, realizando-se a amostragem de plantas espontâneas de cobertura, na qual foi quantificada a biomassa produzida, através da mesma metodologia usada na primeira fase do experimento, segundo Fontes *et al.* (2004). O material foi coletado na área amostral de 1 m<sup>2</sup>, sendo que as plantas foram pesadas para obtenção da massa fresca e seca em estufa de ventilação forçada a 65°C, para a determinação de massa seca.

Durante o experimento, foram realizadas adubações nitrogenada e potássica para o brócolis, nas doses de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> e 120 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Para a adubação nitrogenada, foi utilizada torta de mamona, equivalente a 50 g de torta por planta, parcelados em duas adubações de cobertura, sendo uma aos 30 e outra aos 60 dias após o plantio. A adubação potássica correspondeu à quantidade de 12 g de sulfato de potássio por planta parcelada, em três aplicações de 4 g de sulfato de potássio por planta aos 7, 20 e 40 dias após o plantio, conforme Freire *et al.* (2013).

A colheita de brócolis foi feita aos 70 dias após o transplante das mudas, quando os botões florais estavam bem desenvolvidos, densos com coloração verde escuro pouco tempo antes da abertura floral. Nessa ocasião, foram coletadas as plantas da área útil da parcela, de aproximadamente 2 m<sup>2</sup>, a qual apresentou 4 plantas centrais da parcela, realizando-se as avaliações de peso fresco e seco, diâmetro e circunferência das cabeças.

O material colhido foi levado para a secagem em estufa com ventilação de ar forçada a 65 °C até atingirem massa constante para obtenção do peso seco total, posteriormente foi moído em moinho tipo “Willey” e analisado para quantificar o teor de N, pelo método macro-Kjeldahl, P, pelo método colorimétrico, e K por fotometria de chama, nas inflorescências das plantas, de acordo com Nogueira e Souza (2005).

As médias das variáveis foram submetidas ao teste de Lilliefors, para determinação da Normalidade, e de Cochran-Bartlett, para determinação da Homogeneidade. Os procedimentos estatísticos constaram da análise de variância pelo teste F. Nas fontes de variação, onde houve diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey a 5% para comparação de médias.

### 3 Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 2, o milho verde, quando consorciado com feijão de porco, demonstrou maior produtividade em biomassa fresca das espigas despalhadas em relação ao cultivo solteiro. Esse tratamento apresentou produtividade média de 9,73 Mg ha<sup>-1</sup>, valor que se encontra próximo do que foi relatado por Paiva Junior (1999), que indica a média nacional de produtividade do milho verde variando entre 9 e 15 Mg ha<sup>-1</sup>. Em relação ao milho solteiro, a menor produtividade pode estar associada à ausência da cobertura do solo pelas leguminosas, uma vez que, nesse tratamento, as entrelinhas capinadas deixaram o solo exposto, podendo resultar em variações de temperatura e consequentemente ressecamento das camadas superficiais. Gasparim *et al.* (2005) verificou a redução de temperatura do solo com cobertura morta em relação ao solo descoberto. Além disso, a temperatura ao longo do perfil reduz com o aumento da densidade de cobertura.

Tabela 2. Produção de massa fresca, comprimento e diâmetro das espigas de milho cultivadas nos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, 2016.

Tratamentos	Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
Milho + Feijão de Porco	9,73 a	18,50 a	4,58 a
Milho + Crotalária	8,64 ab	18,11 a	4,24 a
Milho Solteiro	7,93 b	18,22 a	4,21 a
CV (%)	7,76	4,28	5,24

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Nota-se que as espigas não diferiram estatisticamente quanto ao comprimento e diâmetro médios, não havendo influência dos tratamentos avaliados para essas variáveis. Segundo Paiva Junior (1999), considera-se as medidas acima

de 15 cm de comprimento e de 3 cm de diâmetro como o padrão de espiga comercial. Todos os tratamentos avaliados se enquadraram nesses parâmetros (Tabela 2 e Figura 1).

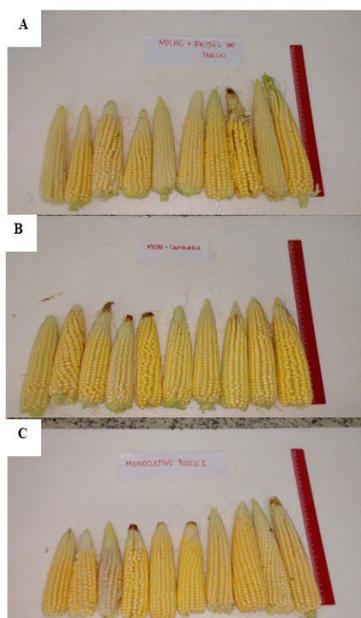


Figura 1. Comparação entre as espigas de milho verde em função dos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B) e Milho solteiro (C) respectivamente. Módulo Agroecológico, IFRJ – Campus Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, julho, 2016).

A avaliação dos teores dos nutrientes N, P e K nas espigas de milho obtidas nos diferentes tratamentos são demonstrados na Tabela 3. Não foram observadas diferenças significativas nos teores de N, P e K, nas espigas associadas aos diferentes tratamentos. Esses resultados, assim como aqueles obtidos para diâmetro e comprimento das espigas, comprovam que o cultivo consorciado das leguminosas não interferiu nessas características do milho. Oliveira *et al.* (2003), cultivando milho em consórcio com leguminosas, também não observaram sinais de competição entre essas plantas. Contrapondo esses resultados, Corrêa *et al.* (2014), cultivando minimilho, observaram maiores teores de N na matéria seca das espiguetas cultivadas em monocultivo (milho solteiro) do que no consorciado com crotalária. Igualmente ao que foi observado no presente trabalho, aqueles autores não observaram interferência dos tratamentos no diâmetro e comprimento das espiguetas.

Tabela 3. Teores dos nutrientes, N, P e K na espiga em função dos diferentes tratamentos, Pinheiral/RJ, julho de 2016.

Tratamentos	N (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	13,80 a	3,47 a	13,54 a
Milho + Crotalária	15,20 a	3,56 a	12,41 a
Milho Solteiro	14,70 a	3,66 a	12,57 a
CV (%)	5,52	6,05	7,66

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A produção de biomassa seca pelo milho solteiro ou consorciado, nos diferentes tratamentos, foi avaliada, sendo os resultados apresentados na Tabela 4. Observou-se que o milho consorciado com feijão de porco diferiu estatisticamente dos tratamentos milho solteiro e pousio. Além disso, o maior aporte de material orgânico por aquele tratamento pode promover uma melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, favorecendo os cultivos em sucessão. Silva *et al.* (2010) avaliaram consórcio de milheto com crotalária, obtendo 10,31 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca. Os dados obtidos demonstram que, em período de entressafra de hortaliças, é vantajoso para o produtor manter esses consórcios, que pode garantir uma fonte adicional de renda, em comparação ao pousio.

Tabela 4. Produção de biomassa (Mg ha<sup>-1</sup>) dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, julho 2016.

Tratamentos	Média (Mg ha <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	13,11 a
Milho + Crotalária	12,38 ab
Milho Solteiro	9,60 b
Pousio	5,08 c
CV (%)	15,14

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de biomassa obtidos se referem à amostragem composta de milho + leguminosa, quando houve consórcio.

O consórcio entre leguminosas e gramíneas para adubação verde permite obter materiais com relação C/N capaz de favorecer a sincronia entre a liberação de nutrientes pelos resíduos e sua absorção pelas culturas em sucessão. Além disso, esse tipo de consórcio favorece a absorção de nutrientes contidos no solo em diferentes camadas, devido às diferentes arquiteturas radiculares dos adubos verdes consorciados. A relação C/N ideal para os consórcios de adubos verdes apresenta-se em torno de 25 (AMADO *et al.*, 2000). Ferreira Neto (2013) avaliou a prática da adubação verde na forma de coquetéis (diversas espécies consorciadas), antecedendo a cultura do melão irrigado, e observou valores baixos de relação C/N das espécies leguminosas utilizadas nesse trabalho quando analisadas isoladamente. Para o feijão de porco, constatou-se os valores de 11,96 e 11,72; já para a crotalária, quando analisada isoladamente, os valores de relação C/N foram de 17,08 e 16,44; enquanto, no caso do milho, os valores analisados isoladamente foram de 36,52 e 28,05. Segundo Giacomini *et al.* (2003), utilizar plantas de cobertura com relação C/N adequada pode aumentar a sincronia entre a liberação de nutrientes e sua demanda pela cultura principal favorecendo o desenvolvimento e, ao mesmo tempo, promove a proteção do solo pela persistência da palhada proporcionada por gramíneas.

O acúmulo de N, P e K na biomassa formada pelos adubos verdes é apresentado na Tabela 5. É possível observar que os tratamentos milho consorciado com feijão de porco e milho consorciado com crotalária mostraram-se promissores quanto ao acúmulo de N na palhada. Esse é um resultado que pode ser associado à fixação biológica de nitrogênio (FBN) pelas leguminosas consorciadas com o milho. Bortolini *et al.* (2000) afirmam que o consórcio entre leguminosas e gramíneas favorece, além da proteção do solo, a nutrição de plantas pelo aporte de N pelas leguminosas, proporcionada pela FBN.

Tabela 5. Acúmulo dos nutrientes N, P e K (kg ha<sup>-1</sup>), na palhada dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, julho de 2016.

Tratamentos	N	P (kg ha <sup>-1</sup> )	K
Milho + Feijão de Porco	226,28 a	30,83 a	250,69 a
Milho + Crotalária	196,59 a	31,92 a	200,88 ab
Milho Solteiro	118,85 b	23,48 a	132,06 c
Pousio	110,85 b	29,38 a	146,53 bc
CV (%)	16,24	18,14	17,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de nutrientes contidos na biomassa seca foram relativos à amostragem composta de milho + leguminosa, quando houve consórcio, e apenas milho em cultivo solteiro ou apenas plantas espontâneas nas parcelas em pousio.

Em relação ao acúmulo de P, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos avaliados. Resultado similar foi observado em estudo conduzido por Perin *et al.* (2004) para os tratamentos de crotalária solteira, milheto solteiro, crotalária e milheto consorciados e vegetação espontânea.

Em relação a K, os tratamentos que envolveram o consórcio do milho com leguminosas possibilitaram maiores acúmulos desse nutriente na biomassa vegetal, em relação ao tratamento milho solteiro. Isso pode ser justificado pela maior produção de biomassa, promovendo a ciclagem desse nutriente. Em contraposição a esse resultado, Perin *et al.* (2004) encontrou maiores valores de K acumulado na vegetação espontânea do que no tratamento consorciado com leguminosa. Favero *et al.* (2000) associa este tipo de resultado à eficiência das espécies que constituíram aquele tratamento em absorver tal nutriente.

Os resultados relativos à produtividade de brócolis cultivado sobre a palhada dos adubos verdes da fase 1 são apresentados na Tabela 6. Pode-se observar a maior produtividade da inflorescência de brócolis quando foi antecedido pelos tratamentos com cultivo consorciado de milho com leguminosas em comparação ao cultivo do milho solteiro e ao pousio. As produtividades alcançadas nos tratamentos de milho consorciado com feijão de porco ou crotalária foram superiores às descritas na literatura por Melo e Giordano (1995), que alcançaram de 9,4 a 13,0 Mg ha<sup>-1</sup> de cabeças de brócolis. A alta produtividade pode ser explicada pela maior disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, contido nas palhadas dos consórcios que anteciparam o plantio.

Tabela 6. Produtividade da inflorescência de brócolis (Mg ha<sup>-1</sup>) cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro de 2016.

Tratamentos	Peso Fresco	Peso Seco (Mg. ha <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	14,87 a	3,66 a
Milho + Crotalária	16,14 a	3,30 a
Milho Solteiro	11,03 bc	2,65 bc
Pousio (testemunha)	8,73 c	2,09 c
CV (%)	20,23	18,28

Médias seguidas de mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Esses resultados demonstram a influência positiva da utilização dos adubos verdes no desempenho das culturas subsequentes, o que pode estar associado à capacidade de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes por aquelas plantas. O maior aporte de biomassa é essencial para o manejo orgânico, especialmente em sistema de plantio direto, por elevar os teores de matéria orgânica, favorecendo o aumento da qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2009). Tal benefício repercute em aumento do desempenho de culturas como milho e brócolis, quando associadas à adubação verde (PERIN *et al.*, 2004).

Valores similares de produtividade foram obtidos por Perin *et al.* (2004), ao avaliarem o desempenho do milho e brócolis em sucessão à adubação verde. Por sua vez, Silva *et al.* (2011) constataram que a produtividade e a taxa de emissão de folhas de couve foram influenciadas positivamente pelo pré-cultivo do milho consorciado com leguminosas.

Ainda com relação às inflorescências de brócolis colhidas, foram avaliados também seu diâmetro e circunferência. Os resultados são demonstrados na Tabela 7. Foi possível observar que os tratamentos de milho consorciado com feijão de porco ou com crotalária apresentaram maior diâmetro e circunferência nas inflorescências em comparação com aquelas obtidas no pousio. Essa diferença entre os tratamentos também pode ser visualizada na Figura 2.

Tabela 7. Diâmetro e circunferência da inflorescência de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro de 2016.

Tratamentos	Diâmetro	Circunferência (cm)
Milho + Feijão de Porco	23,52 a	62,85 a
Milho + Crotalária	22,80 ab	63,45 a
Milho Solteiro	20,45 b	55,25 ab
Pousio	16,05 c	49,25 b
CV (%)	7,21	7,94

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



Figura 2. Variação física das inflorescências de brócolis em função dos diferentes tratamentos. Módulo Agroecológico, IFRJ – Campus Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, outubro de 2016).

Em todos os parâmetros fitotécnicos avaliados para o brócolis, foi observado desempenho inferior no tratamento pousio. Esse é um resultado coerente, visto que os demais tratamentos favoreceram maior aporte de nutrientes e de material orgânico ao solo, o que provavelmente beneficiou a cultura

subsequente. Almeida (2009) corrobora essas informações, afirmando que a presença da palhada sob o solo aumenta a capacidade de armazenamento e infiltração de água, a porosidade e fertilidade do solo.

Com relação aos teores dos nutrientes N, P e K na inflorescência de brócolis colhida em sucessão aos diferentes tratamentos (Tabela 8), observou-se que os maiores teores de N foram observados no milho consorciado com feijão de porco ou crotalária, demonstrando influência positiva das leguminosas no fornecimento desse elemento para as inflorescências de brócolis. Isso se deve, principalmente, ao maior acúmulo desse nutriente pela palhada produzida na primeira fase do experimento. Por outro lado, os teores de K, no tratamento milho consorciado com feijão de porco, superaram os valores apresentados para milho solteiro nas inflorescências de brócolis. Quanto aos teores de P, não houve diferença significativa entre os tratamentos para esse parâmetro.

Tabela 8. Teores de N, P e K na massa seca da inflorescência de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro de 2016.

Tratamento	N (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	45,5 a	9,27 a	45,62 a
Milho + Crotalária	42,2 a	8,68 a	41,54 ab
Milho Solteiro	38,3 b	7,66 a	36,16 b
Pousio	39,4 b	7,12 a	37,38 ab
CV (%)	7,60	4,22	5,72

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os valores de biomassa seca de plantas espontâneas, associados a cada tratamento, durante a fase 1, são apresentados na Tabela 9. A população de plantas espontâneas nas parcelas era constituída predominantemente por braquiária (*Brachiaria decumbens*), tiririca (*Cyperus rotundus*) e grama estrela (*Cynodon* spp.). Os resultados demonstram um controle mais efetivo da biomassa das plantas espontâneas pelos tratamentos milho consorciado com feijão de porco e milho consorciado com crotalária, chegando à redução de até 49% e 42% respectivamente quando comparado ao tratamento milho solteiro. Provavelmente, esse controle se deve ao fato das leguminosas, que foram cultivadas nas entrelinhas do milho, promoverem maior cobertura do solo, uma vez que no tratamento milho solteiro houve a necessidade de realização de capinas. Isso pode estar associado à barreira física proporcionada pelos adubos verdes, que é considerada um importante mecanismo de redução da população de plantas espontâneas (REIJNTJES *et al.*, 1994).

Tabela 9. Valores de biomassa seca total (Mg ha<sup>-1</sup>) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a fase 1. Pinheiral/RJ, maio de 2016.

Tratamentos	Peso Seco (Mg ha <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	1,62 b
Milho + Crotalária	1,84 b
Milho Solteiro	3,17 a
CV (%)	24,67

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Destaca-se ainda que muitas espécies produzem metabólitos secundários, que podem interferir no crescimento de outras, por meio da liberação de substâncias químicas com propriedades de atração, estímulo ou inibição. Tais substâncias são chamadas de aleloquímicos, e esse fenômeno, como alelopatia. (ZANUNCIO *et al.*, 2013).

Os valores de biomassa seca de plantas espontâneas referente a cada tratamento, durante a fase 2 do trabalho, é apresentada na Tabela 10. Observa-se que o pousio proporcionou maiores valores de biomassa seca de plantas espontâneas, seguido pelo tratamento milho solteiro.

Tabela 10. Valores de biomassa seca total (Mg ha<sup>-1</sup>) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a fase 2-Pinheiral/RJ, agosto de 2016.

Tratamento	Peso Seco (Mg ha <sup>-1</sup> )
Milho + Feijão de Porco	0,61 c
Milho + Crotalária	0,51 c
Milho Solteiro	1,23 b
Pousio	2,20 a
CV (%)	27,97

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A diferença entre os tratamentos quanto às plantas espontâneas pode estar relacionada à quantidade de biomassa depositada na superfície do solo por ocasião da roçada do pré-plantio de brócolis. Fontanetti *et al.* (2004) verificaram que restos vegetais das espécies usadas como adubo verde exerceram melhor controle das plantas espontâneas em comparação ao tratamento formado por plantas espontâneas. Dentre elas, crotalária e feijão de porco se destacaram em relação à mucuna-preta no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*). Por sua vez, Favero *et al.* (2001) concluíram que o uso de leguminosas para adubação verde promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas, evitando a reinfestação das áreas de cultivo.

Com o presente trabalho, foi possível verificar a contribuição da adubação verde para o sistema orgânico de produção de brócolis, além de contribuir para o manejo de plantas espontâneas.

#### 4 Conclusões

- Os consórcios de milho com as leguminosas crotalária e feijão de porco proporcionam maior aporte de biomassa e ciclagem de nutrientes, principalmente N e K.
- Os consórcios do milho com crotalária e com feijão de porco proporcionam aumento significativo na produtividade de brócolis cultivado em sucessão.
- As leguminosas, feijão de porco e crotalária, consorciadas com milho, contribuem para o controle das plantas espontâneas.

#### 5 Referências Bibliográficas

ALMEIDA, K. **Adubos verdes na produção de alface e cenoura, sob sistema orgânico**. 2009. 114 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

AMADO, T. J. C.; MILENICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 179-189, 2000.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilha comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 897-903, 2000.

BURESH, R. J.; AUSTIN, E. R.; CRASWELL, E. T. Analytical methods in <sup>15</sup>N research. **Fertilizer Research**, v. 3, p. 37-62, 1982.

CORRÊA, A. L.; ABOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde com crotalária consorciada ao milho antecedendo a couve-folhas sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 956-963, 2014.

DINIZ, E. R.; GUEDES, A. F.; PEREIRA, W. D.; VARGAS, T. O.; SANTOS, R. H. S. Efeito de doses de crotalária na recuperação e eficiência de utilização do N e acúmulo de massa de brócolis. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. S4384-S4392, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212 p. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1355-1362, 2001.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 171-177, 2000.

FERREIRA NETO, R. A. **Nitrogênio fixado em cultivo de melão sob adubação verde no município de Juazeiro, Bahia**. 2013. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração em Aplicação de Radioisótopos na Agricultura e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J.; MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 967-973, 2004.

- FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; SILVA, R. R. Levantamento florístico de plantas daninhas em cultura de milho irrigado em Luís Eduardo Magalhães-BA. **Boletim Informativo**, v. 10, n. 2, p. 5-8, 2004.
- FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.; POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2013. 430 p.
- GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, p. 107-115, 2005.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.325-334, 2003.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUARIA (MAPA). **Cadastro Nacional dos Produtores Orgânicos**. 2021 Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- MELO, P. E.; GIORDANO, L. B. Características agrônomicas e para processamento de híbridos comerciais e experimentais de couve-brócolos de cabeça única. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 35., 1995, Foz do Iguaçu, PR. **Horticultura Brasileira**, v. 13, p. 95, 1995.
- NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.
- OLIVEIRA, E. A. G. de; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. de A.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAUJO, E. da S. **Substrato produzido a partir de fontes renováveis para a produção orgânica de mudas de hortaliças**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 134).
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agrônomicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 223-227, 2003.
- PAIVA JUNIOR, M. C. **Desempenho de cultivares para produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura**. 1999. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 35-40, 2004.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos**. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1994. 324 p.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR-MENEZES, E. A.; RESENDE, A. L. S.; OLIVEIRA, F. L.; RIBEIRO, R. L. D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 57-62, 2011.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M. Matéria orgânica e fertilidade do solo em cultivos consorciados de couve com leguminosas anuais. **Revista Ceres**, v. 56, p. 93-102, 2009.
- SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRIRTAN, C. S. **Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.1504-1512, 2010.
- SIQUEIRA, R. G.; SANTOS, R. H. S.; PERIGOLO, D.; URQUIAGA, S.; RIBAS, R. G. T. R.; PETERNELLI, L. A. Nutrição nitrogenada e produção de brócolis cultivado com diferentes doses de mucuna em duas épocas. **Ceres**, v.

56, p. 826-833, 2009.

WILDNER, L. P. Adubação verde: conceitos e modalidades de cultivo. *In*: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Eds.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. v. 2. Brasília: Embrapa. p. 19-44, 2014.

ZANUNCIO, A.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORREA, C. C. G.; OLIVEIRA, M.; TORRES, F. E. Alelopatia de adubos verdes sobre *Cyperus rotundus*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, p. 441-446, 2013.