

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Cultivo de brócolis (*Brassica oleraceae* var.
italica) em sucessão a adubos verdes, sob manejo
orgânico**

Marcus Vinícius de Castro Rocha

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**CULTIVO DE BRÓCOLIS (*Brassica oleraceae* VAR. ITALICA)
EM SUCESSÃO A ADUBOS VERDES, SOB MANEJO ORGÂNICO**

MARCUS VINICIUS DE CASTRO ROCHA

Sob a Orientação do Pesquisador
José Antonio Azevedo Espindola

e Co-orientação da Professora
Shaiene Costa Moreno

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em Ciências**, no
Curso de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ

Agosto de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R672c Rocha, Marcus Vinícius de Castro , 10051984-
Cultivo de brócolis (Brassica oleraceae var.
italica) em sucessão a adubos verdes, sob manejo
orgânico. / Marcus Vinícius de Castro Rocha. - 2017.
46 f.: il.

Orientador: José Antônio de Azevedo Espindola .
Coorientadora: Shaiene Costa Moreno.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós Graduação em
Agricultura Orgânica, 2017.

1. Agricultura Orgânica. 2. Adubação verde. 3.
Crotalária. 4. Feijão de porco. 5. Brócolis. I.
Espindola , José Antônio de Azevedo , 1968-, orient.
II. Moreno, Shaiene Costa , 1982-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso
de Pós Graduação em Agricultura Orgânica. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

MARCUS VINÍCIUS DE CASTRO ROCHA

**CULTIVO DE BRÓCOLIS (*Brassica oleraceae* VAR. *italica*), EM
SUCESSÃO A ADUBOS VERDES, SOB MANEJO ORGÂNICO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, área de Concentração em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: / / 2017

José Antonio Azevedo Espindola
(Dr., Embrapa Agrobiologia)
Orientador

David Vilas Boas de Campos
(Dr., Embrapa Solos)

Ednaldo da Silva Araújo
(Dr., Embrapa Agrobiologia)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Sebastião Dermeval da Rocha (In memorian) e Terezinha Toledo de Castro Rocha (In memorian), com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, quando algumas vezes, sentindo-me desacreditado e perdido nos meus objetivos, ideais ou minha pessoa, me fez persistir e chegar ao fim dessa caminhada.

Aos meus pais que me deram a vida, a minha educação e amor incondicional. Pai e Mãe vocês criaram um guerreiro de alma pura que batalha todos os dias para lhes dar orgulho.

Aos meus queridos irmãos, Kelly de Castro Rocha Oliveira e Charlles Eduardo de Castro Rocha por serem hoje a minha base e referência para a vida. Muito obrigado pelo companheirismo.

À minha noiva Ana Carolina Dornelas Rodrigues, pelo incentivo e torcida desde o dia da inscrição no Mestrado. Por todo amor, carinho e paciência nos momentos difíceis e também quando me fiz ausente. Amor, você representa grande parte dessa conquista.

A todos os meus familiares, consanguíneos e afins, pelas preces e palavras de incentivo nas horas difíceis.

Ao meu orientador, Pesquisador Dr. José Antonio Azevedo Espindola, por confiar em meu potencial e trazer sempre uma palavra gentil, mesmo nos momentos críticos. “Zé”, você possui o “dom da orientação”, obrigado por contribuir para o meu crescimento.

À co-orientadora, professora Dra. Shaiene Costa Moreno, por fornecer laboratório, equipamentos e estagiários para a condução dos trabalhos.

Ao pesquisador Dr. José Guilherme Marinho Guerra, pela contribuição no direcionamento do trabalho.

Ao amigo e parceiro de trabalho, Professor Msc. Heider Alves Franco, pelas trocas de saberes, palavras de ânimo nos momentos difíceis e força de trabalho na coleta dos dados.

À melhor turma de todos os tempos, Turma V-2015 do PPGAO. Grandes amigos e companheiros dessa caminhada. Sem vocês, tudo seria muito mais difícil! O meu muito obrigado a cada um de vocês pelos ensinamentos, trocas de experiências, risadas, brincadeiras e amizade. Levarei vocês comigo para sempre na memória.

Ao IFRJ-Campus Pinheiral, pela área concedida para a instalação do experimento e auxílio nas atividades de campo e laboratório.

Ao companheiro de trabalho, Jorge Adalberto Russoni de Souza (vulgo Padeiro) e sua equipe da horta Gerson Alexandre Rangel, Carlos Alberto Pereira e Salvador Soares da Silva, da empresa Valle Serviços Industriais, pela atenção desprendida durante os experimentos de campo.

À UFRRJ, por mais uma vez fornecer o melhor acesso à educação.

À Embrapa Agrobiologia, pelo corpo técnico e infraestrutura, em especial à equipe do Laboratório de Química Agrícola, pelos resultados das análises químicas.

Ao PPGAO, por proporcionar essa formação em agricultura orgânica, contribuindo não só para meu desenvolvimento, mas para a qualidade da agricultura nacional.

Aos membros da banca: Pesquisador Dr. Ednaldo da Silva Araújo e Pesquisador Dr. David Vilas Boas de Campos, por disponibilizarem seu tempo para colaborar com o engrandecimento desse trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho, a minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA

Marcus Vinícius de Castro Rocha, filho de Sebastião Dermeval da Rocha e Terezinha Toledo de Castro Rocha, solteiro, nasceu em Volta Redonda/RJ, no dia 10/05/1984. Em 1985, mudou-se com sua família para a cidade de Belo Horizonte, onde estudou no Colégio Santo Agostinho - Unidade Contagem e concluiu o Ensino Fundamental em 1998. No ano de 1999, regressou à sua cidade natal e ingressou no Curso Técnico em Agropecuária no então Colégio Agrícola Nilo Peçanha/UFF, no município de Pinheiral/RJ, formando-se em 2001. Em 2002, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica da UFRRJ, onde foi bolsista de iniciação científica da Embrapa Agrobiologia na linha de pesquisa em Agroecologia e Produção Orgânica, sob orientação do pesquisador Dr. Dejair Lopes de Almeida e co-orientação do pesquisador Dr. José Antonio Azevedo Espindola, onde atuou na área de Adubação Verde para a Produção de Hortaliças, concluindo a graduação no ano de 2007. No mesmo ano, foi contratado pela empresa familiar INSULCAST Ltda., onde atuou como Engenheiro até o ano de 2010. Nesse período, cursou e se formou no curso de MBA em Gestão Empresarial e Negócios do Centro Universitário Volta Redonda-UNIFOA. Do final de 2010 a 2013, trabalhou em diversas regiões do país como Pesquisador Científico– Agrônomo, pela empresa Kleffman Group. Em 2013, foi contratado como bolsista de nível superior do CVT em Agroecologia do IFRJ-Pinheiral e, posteriormente, ingressou na Prefeitura Municipal de Pinheiral, como Agrônomo especialista em Agricultura Orgânica, também desenvolvendo a função de facilitador da Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro-ABIO. No mês de abril de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, sob orientação do pesquisador Dr. José Antonio Azevedo Espindola. Em 2016, foi aprovado em concurso público para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Pinheiral para o cargo de Técnico em Agropecuária, responsável pelo Módulo Agroecológico da instituição.

RESUMO

ROCHA, Marcus Vinícius de Castro. **Cultivo de brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*) em sucessão a adubos verdes, sob manejo orgânico**. Seropédica: UFRRJ. 2017. 43 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A adubação verde vem sendo adotada como alternativa à ciclagem de nutrientes via resíduos orgânicos de origem animal. 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 adubo verde para a cultura do brócolis em sucessão, conduzida sob manejo orgânico. O trabalho foi conduzido em duas etapas. 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 biomassa produzida. Na fase 2 do experimento, sobre a palhada produzida na Fase 1, foi feito o plantio direto de brócolis no espaçamento de 1,0 m x 0,5 m. Para o brócolis, avaliou-se o peso fresco e seco, diâmetro e circunferência das inflorescências. Já para o caule, foi determinado o peso fresco, seco e comprimento. Nas folhas, foi determinado peso fresco e seco. Foram quantificados os teores de N, P e K em todos os órgãos do vegetal. Nas duas fases, analisou-se a influência dos tratamentos na biomassa de plantas espontâneas, utilizando a metodologia do quadrado mágico. O tratamento milho consorciado com feijão de porco obteve maiores valores de produtividade para o milho verde, seguido pelo tratamento milho consorciado com crotalária. Os teores de N, P e K acumulados na espiga não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos. Os tratamentos de consórcio do milho com adubos verdes também demonstraram maiores valores na produção de biomassa seca e consequentemente maior quantidade acumulada de N e K na palhada. Na fase 2, foram verificados maior produtividade, circunferência e diâmetro das inflorescências de brócolis para os tratamentos de milho consorciado com crotalária ou feijão de porco em relação ao pousio, assim como seus teores de N. Em relação ao caule, houve diferença significativa apenas para o peso fresco entre os tratamentos milho consorciado com crotalária e pousio. No peso fresco das folhas, foi evidenciada influência significativa pelos tratamentos milho solteiro ou milho consorciado com adubos verdes, em relação ao pousio. A adubação verde proporcionou o controle de plantas espontâneas nas duas fases do experimento, onde os tratamentos de milho consorciado com adubos verdes possibilitaram maior controle na fase 1, assim como milho em monocultivo e pousio na fase 2. Concluiu-se que, a prática de adubação verde proporcionou aumento da produtividade de brócolis, influenciado pelo consórcio do milho com leguminosas, o que permitiu maior aporte de matéria orgânica e nutrientes ao solo.

Palavras-chaves: *Zea mays*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*.

ABSTRACT

ROCHA, Marcus Vinícius de Castro. **Broccoli cultivation (*Brassica oleraceae* var. *italica*) in succession to green manure, under organic management.** Seropédica: UFRRJ.2017. 43 p. Dissertation (Master Science in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The green manure has been adopted as an alternative to the cycling of the nutrients via organic residues of animal origin. This study had the aim to evaluate the treatments: corn (*Zea mays*) with jack bean (*Canavalia ensiformis*), corn with sunnhemp (*Crotalaria juncea*), and single corn crop, as a green manure to the broccoli culture in succession, under organic cultivation. The work was conducted in two stages. The phase 1 consisted in the growing of the green manures. A field experiment was conducted in a randomized block design, with five repetitions: (T1) Corn intercropped with jack bean; (T2) Corn intercropped with sunnhemp; (T3) Single corn crop (monoculture); (T4) Fallow. It was evaluated the influence of the intercropping in the productivity of the corn, as well as the production of biomass and the accumulation of the nutrients N, P and K in the produced biomass. In the phase 2 of the experiment, it was conducted the no-till planting of broccoli with the distance of 1.0 m x 0.5 m. To the broccoli, it was evaluated the fresh and dry weight, the diameter and circumference of the inflorescences. To the stalk, it was determined the fresh and dry weight and the length. In the leaves, it was determined the fresh and dry weight. The amount of N, P and K in all parts of the vegetable was quantified. In both phases, it was evaluated the influence of the treatments in the biomass of the spontaneous plants, utilizing the magic square methodology. The treatment corn intercropped with jack bean showed the highest values of productivity of the green corn, followed by corn intercropped with sunnhemp. The amounts of N, P and K accumulated in the corn ear did not show significant differences among the treatments. The treatments of corn intercropped with green manures also showed high values in the production of the dry weight and, by consequence, higher quantity of N and K accumulated in the straw. In phase 2, it was verified higher productivity, circumference and diameter of inflorescences of the broccoli to the treatments corn intercropped with jack bean and corn intercropped with sunnhemp in relation with fallow, as well as with the amounts of N. In relation to the stalk, there was significant difference only for fresh weight between the treatments corn intercropped with sunnhemp and fallow. For the fresh weight of the leaves, it was detected significant differences among the treatments single corn crop or corn intercropped with green manures, when compared to fallow. The green manure provided the control of spontaneous vegetation in both phases of the experiment, with treatments of corn intercropped with green manures providing higher control of first phase and treatments single corn crop and fallow in second phase. It was concluded that green manuring increased the productivity of the broccoli, affected by corn intercropped with leguminous plants, which allowed the high contribution of organic matter and nutrients to the soil.

Key words: *Zea mays*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação sazonal de precipitação pluviométrica e temperatura média no município de Pinheiral/RJ, valores médios do período de dez anos (2005 a 2015).	7
Figura 2. Croqui da área experimental.	8
Figura 3. Sementes de feijão de porco e crotalária inoculadas no momento do plantio.	9
Figura 4. Coleta de biomassa das plantas espontâneas utilizando o método do quadrado inventário.....	10
Figura 5. Medição de diâmetro e comprimento das espigas	11
Figura 6. Roçada do material vegetal dos tratamentos das parcelas..	12
Figura 7. Abertura de covas para o plantio direto de brócolis.....	12
Figura 8. Delimitação da área útil para a colheita do brócolis..	13
Figura 9. Comparação entre as espigas de milho verde em função dos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B) e Milho solteiro (C) respectivamente.....	16
Figura 10. Variação física das inflorescências de brócolis em função dos diferentes tratamentos.	20
Figura 11. Diferença entre a cobertura do solo em função dos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B) e Milho solteiro (C) respectivamente.	25
Figura 12. Diferença entre a cobertura do solo em função dos diversos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B), Milho solteiro (C) e pousio (D), respectivamente.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da fertilidade do solo da área experimental. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ, fevereiro de 2017.	8
Tabela 2. Produção de massa fresca, comprimento e diâmetro das espigas de milho cultivadas nos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, 2016.	15
Tabela 3. Teores dos nutrientes N, P e K na espiga em função dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Julho 2016.....	17
Tabela 4. Produção de biomassa (Mg ha^{-1}) dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Julho 2016.	17
Tabela 5. Acúmulo dos nutrientes N, P e K (Kg ha^{-1}), na palhada dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Julho 2016.....	18
Tabela 6. Produtividade da inflorescência de brócolis (Mg ha^{-1}) cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.....	19
Tabela 7. Diâmetro e circunferência da inflorescência de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.....	20
Tabela 8. Teores de N, P e K na massa seca da inflorescência do brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.	21
Tabela 9. Peso fresco, peso seco (Mg ha^{-1}) e comprimento do caule de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ. Outubro 2016.	22
Tabela 10. Teores de N, P e K na massa seca do caule de brócolis cultivados em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ. Outubro 2016.....	22
Tabela 11. Peso fresco e peso seco (Mg ha^{-1}) das folhas de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ. Outubro 2016.....	23
Tabela 12. Teores de N, P e K na massa seca da folha índice de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ. Outubro 2016.	23
Tabela 13. Valores de biomassa seca total (Mg ha^{-1}) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a Fase 1. Pinheiral/RJ. Maio 2016.	24
Tabela 14. Valores de biomassa seca total (Mg ha^{-1}) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a Fase 2. Pinheiral/RJ, Agosto 2016.	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Agroecologia	2
2.2 Adubação verde	2
2.2.1 Adubação verde em hortaliças.....	3
2.2.2 Uso do milho associado à adubação verde	4
2.3 Brócolis.....	5
3. METODOLOGIA	7
3.1 Instalação do experimento	8
3.2 Plantio direto da hortaliça brócolis sobre a palhada dos adubos verdes.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1 Resultados obtidos na Fase 1: Cultivo de milho e adubos verdes	15
4.2 Resultados obtidos na Fase 2: Plantio direto de brócolis sobre a palhada dos adubos verdes 18	
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, verifica-se um processo de conscientização quanto ao meio ambiente e a qualidade de vida por parte da população, o que cria 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 esterco. Isso representa um gargalo para a sustentabilidade da produção orgânica de alimentos.

O uso da adubação verde vem sendo preconizada como alternativa à ciclagem de nutrientes via 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 (CALEGARI et al., 1993).

O cultivo de hortaliças merece destaque na agricultura orgânica principalmente para a região Sul Fluminense, que possui 33 produtores certificados de hortaliças orgânicas (MAPA, 2017). Muitas dessas hortaliças apresentam grande relevância na alimentação da população do estado do Rio de Janeiro, 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. FONTANETTI et al. (2006) utilizaram a adubação verde em hortaliças, verificando a obtenção de cabeças comerciais de alface americana e de repolho com peso satisfatório para o mercado. Assim, tal prática mostra-se promissora para a produção de hortaliças em sistemas orgânicos.

Esta dissertação teve como objetivos avaliar a utilização de leguminosas herbáceas anuais (feijão de porco e crotalária), 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. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agroecologia

A adoção das práticas agrícolas vinculadas à Revolução Verde acarretou em impactos ambientais no Brasil, como a degradação dos solos agrícolas; redução da disponibilidade e da qualidade dos recursos hídricos; devastação de florestas e campos nativos; diminuição da diversidade genética das culturas e contaminação de alimentos consumidos pela população (ALMEIDA et al., 2001). Alguns desses impactos ambientais negativos causados já vêm sendo remediados tomando como base o desempenho de pesquisas com sistemas alternativos de produção (GLIESSMAN, 1998).

Para isso, a agroecologia se baseia em princípios ecológicos que promovam a conservação dos recursos naturais, adaptada à realidade do produtor, além de possibilitar que a produção seja economicamente viável em ambientes equilibrados. Outros benefícios trazidos por sua adoção são rendimentos sustentáveis, melhoria da fertilidade do solo resultante dos processos biológicos, e regulação natural das pragas por meio do redesenho de agroecossistemas diversificados e do uso de tecnologias com baixo uso de insumos externos. A agroecologia preconiza agroecossistemas mais complexos, em que suas relações e interações entre os componentes possam conservar a fertilidade, a sanidade e a produtividade dos sistemas de cultivo (ALTIERI, 2012).

Também os consumidores estão cada vez mais atentos às práticas que, com menor impacto ambiental, proporcionam a produção de alimentos mais saudáveis; porém, esse rápido crescimento tornou a oferta desses produtos insuficientes no mercado (WILLER; LERNOUD, 2017). No Estado do Rio de Janeiro, a agricultura orgânica tem apresentado intenso crescimento. Sendo assim, torna-se de extrema importância o uso de tecnologias que possibilitem o aumento de produção, a geração de insumos internos às propriedades, o fornecimento de nutrientes e matéria orgânica ao solo e, conseqüentemente, sua conservação, como é o caso da adubação verde.

2.2 Adubação verde

A adubação verde, que é uma prática agrícola que consiste no cultivo de espécies vegetais em rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico (ESPINDOLA et al., 1997), vem sendo utilizada há mais de 2.000 anos pelos chineses, gregos e romanos. No Brasil, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC-APTA) conduz estudos agrônômicos com espécies vegetais para esta finalidade desde a década de 1940 (WUTKE et al., 2009).

Os adubos verdes favorecem a manutenção da matéria orgânica do solo, recuperam solos degradados e controlam plantas espontâneas (TIVELLI et al., 2013). Além disso, a utilização de leguminosas pode proporcionar um elevado aporte de nitrogênio aos sistemas de produção. Em alguns casos, essa quantidade chega a mais de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio, principalmente se for considerado o nitrogênio presente nas raízes (KHAN et al., 2002).

Segundo ESPINDOLA et al. (2005), diversas espécies podem ser cultivadas como adubos verdes, mas as plantas da família Fabaceae, por proporcionarem o aporte de elevadas quantidades de biomassa vegetal ao solo e formarem associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, adquirem notável importância.

Algumas espécies se destacam para esta prática como adubos verdes promissores como mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy.), crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.), que além de seu desenvolvimento vegetativo vigoroso, devido a sua rusticidade, ainda são cultivadas em locais de condições de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (PEREIRA et al., 1992), o que o torna excelente alternativa para recuperação de áreas degradadas.

O uso da adubação verde, como prática agroecológica, contribui para uma agricultura mais sustentável, baseada na manutenção dos recursos naturais e da produtividade agrícola. Essa prática traz uma melhor compatibilização entre as atividades produtivas com o potencial dos agroecossistemas, uma redução no uso de insumos externos, satisfação das necessidades de alimentos e renda e atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais (SAGRILO et al., 2009).

A adubação verde pode ser caracterizada como uma prática que possui diversas funções, pois além da adição de nitrogênio ao sistema, promove benefícios sobre características químicas, físicas e biológicas dos solos, assim como contribui para o aumento da diversidade biológica da unidade de produção (ESPINDOLA et al., 2010). A decomposição dos adubos verdes libera compostos orgânicos que afetam a mobilidade dos nutrientes ao longo do perfil do solo, o que pode proporcionar a mobilização de Ca e a imobilização de Al, a partir da adição de resíduos de espécies como o nabo forrageiro, por exemplo (FRANCHINI et al., 1999).

Em relação às propriedades físicas do solo, o aporte de material orgânico promove a estabilidade de agregados, a densidade do solo e a infiltração de água no solo, contribuindo para o controle da erosão (ESPINDOLA et al., 2005).

Acredita-se que a adubação verde pode influenciar de maneira positiva os componentes da fauna do solo, através do fornecimento de energia e nutrientes para os seus componentes, como as bactérias e os fungos micorrízicos arbusculares (MA). O pré-cultivo de adubos verdes como crotalária, feijão de porco e mucuna preta permite o aumento de propágulos infectivos dos fungos MA nativos do solo (ESPINDOLA et al., 1998).

Outros benefícios são relacionados ao controle de fitopatógenos. As crotalárias são amplamente conhecidas por reduzir a população de nematoides no solo (RIBAS et al., 2002). Algumas espécies de adubo verde também podem atuar como supressoras de plantas espontâneas, seja como competidoras por luz, água e nutrientes ou devido à liberação de compostos orgânicos alelopáticos em sua decomposição (ESPINDOLA et al., 2005).

Apesar das vantagens mencionadas, a adubação verde ainda não é utilizada em larga escala na produção de hortaliças. Isso se dá devido a fatores como a reduzida disponibilidade e o alto preço das sementes de algumas espécies, o que desfavorece a adoção desta prática agrícola (TIVELLI et al., 2010).

Nesse contexto, estudos conduzidos em sistemas orgânicos de produção têm avaliado a adubação verde, uma vez que ela contribui para a melhoria da fertilidade solo e contribui na manutenção da dinâmica dos agroecossistemas. O Brasil é um dos países em destaque nessa área, ocupando a 13ª posição em área certificada para a agricultura orgânica, sendo que a produção de olerícolas para o mercado interno merece local de destaque (TRIVELLATO & FREITAS, 2003).

2.2.1 Adubação verde em hortaliças

O uso da adubação verde em hortaliças enfrenta restrição quanto à sua adoção, uma vez que, na maioria das vezes, as unidades produtoras de hortaliças são áreas de pequena extensão e de uso intensivo. Resultados promissores foram obtidos por GUERRA et al. (2007), que ao trabalharem com agricultores familiares e agentes de extensão rural, conseguiram superar essas dificuldades e disseminar a prática da adubação verde em hortaliças.

Diversas estratégias são usadas para a adoção dessa técnica pelos agricultores, dentre elas se destaca a rotação de culturas, onde se aproveita a área no período chuvoso ou de verão para o cultivo das espécies de adubo verde e as hortaliças são plantadas em sucessão sobre a palhada. Isso representa uma alternativa capaz de contribuir para a geração de renda do produtor (COSTA, 1993). Outra estratégia usada é o consórcio, onde as leguminosas são semeadas na entrelinha de plantio. Dessa maneira, a escolha de adubos verdes com características compatíveis com a cultura, como hábito de crescimento, época de plantio e espaçamento

adequado, podem reduzir a competição principalmente por luz (ALMEIDA et al., 2007). Além disso, a escolha da leguminosa a ser usada deve levar em consideração as características edafoclimáticas do local como temperatura, fertilidade do solo e disponibilidade de água (ESPINDOLA et al., 2005). FONTANETTI et al. (2006) conduziram trabalho onde foi cultivada alface americana consorciada com diversas leguminosas como adubo verde, não observando diferença significativa na produtividade da alface americana em cultivo solteiro e com adubação mineral.

Outras pesquisas verificaram resultados promissores no consórcio da adubação verde com hortaliças. ANDRADE; PONTE (1999) observaram valores de produtividade do quiabeiro consorciado com crotalária superiores aos do quiabeiro solteiro, em área infestada por nematóides, após sucessivos plantios de tomate e pimentão. Os benefícios da crotalária são observados em consórcio com outras culturas, como no caso em que CESAR et al. (2007) conseguiram o aumento de 1,6 % na produtividade do pimentão. O consórcio é uma prática interessante para que o produtor possa incorporar em sua realidade a prática da adubação verde, reduzindo assim os custos de produção.

Para o repolho, os adubos verdes crotalária juncea, mucuna preta ou feijão de porco, acrescidos de composto orgânico, resultaram na obtenção de cabeças de repolho com peso comercial de 1,4; 1,2; e 1,2 kg, respectivamente, demonstrando potencial da adubação verde na sua produção (FONTANETTI et al., 2006).

O cultivo entre faixas ou em cordões também representa uma opção para adubação verde em hortaliças em que as plantas chamadas adubadoras são dispostas entre as linhas de plantio, sendo periodicamente podadas e incorporadas ou não ao solo. Segundo ESPINDOLA et al. (2004), algumas espécies se destacam como formadoras de faixas intercalares, como gliricídia (*Gliricidia sepium*), caliandra (*Calliandra* spp.) e guandu (*Cajanus cajan*). Outras plantas, como flemingia (*Flemingia macrophylla*), ainda pouco difundida, tem demonstrado potencial de produção de biomassa, chegando a valores superiores a 4 t ha⁻¹ na Baixada Fluminense (SALMI et al., 2013). Esse sistema pode fornecer alguns benefícios indiretos as culturas, como observado por OLIVEIRA et al. (2004), em que o guandu consorciado entre faixas de taro promoveu proteção contra a radiação solar, além de produtividade semelhante ao tratamento sem poda do guandu.

Os resíduos dessas plantas também podem ser aproveitados como cobertura morta, sendo produzidos em outros locais e levados para as áreas de produção. Dentre os benefícios, tem-se a conservação da umidade do solo, redução da população espontânea e proteção do solo. SANTOS et al. (2008) obtiveram resultados quanto ao uso de cobertura morta de resíduos de gliricídia e guandu, observando aumento de produtividade da cenoura em 20 % e 24 % para aqueles materiais, respectivamente. Outra forma de utilização de resíduos vegetais pode se dar através da compostagem, utilizando o composto orgânico preparado como condicionador de solo, substrato ou fertilizante. Em locais onde se observa dificuldade na obtenção de esterco e outros resíduos de origem animal, essa alternativa pode sanar a escassez de matéria orgânica nas propriedades. LEAL (2006) constatou que compostos orgânicos formados por resíduos de crotalária substituem integralmente o uso do esterco bovino na fertilização de cultivos de alface, beterraba e tomate.

2.2.2 Uso do milho associado à adubação verde

Uma das formas de utilização das leguminosas é através do consórcio com outras espécies, como gramíneas, que além de contribuírem com a sua produção para elevar a renda do produtor, contribuem para aumento da biomassa a ser adicionada ao solo e consequente benefício dos cultivos subsequentes. De acordo com KAHMEN et al. (2006), o consórcio de espécies de adubos verdes de diferentes famílias pode aumentar a produtividade de biomassa, além de reduzir as perdas de nutrientes dos agroecossistemas. HODTKE et al. (1999)

verificaram aumento da fixação biológica de nitrogênio (FBN) quando houve consórcio entre a leguminosa caupi (*Vigna unguiculata*) e milho ou soja em relação ao monocultivo. RISSO et al. (2009), ao avaliarem o consórcio de milho com crotalária e mucuna cinza (*Mucuna pruriens*) para fins de adubação verde, observaram aumento da biomassa total produzida por unidade de área cultivada nas áreas com consórcio em relação aos cultivos solteiros.

Em outro trabalho sobre o consórcio entre sorgo e crotalária júncea, antecedido do cultivo de brócolis, sob manejo orgânico, em sistema de plantio direto, obteve-se produções de biomassa seca no consórcio e no cultivo solteiro com crotalária, equivalentes a 8,97 e 8,02 Mg ha⁻¹, respectivamente (SILVA et al., 2011). Segundo SANTOS et al. (2009), o cultivo orgânico de milho verde, em sistema de plantio direto sobre a palhada de diferentes espécies, apresentou dados de produção de biomassa seca equivalentes entre o cultivo solteiro de crotalária júncea e o consórcio desta com sorgo.

Os trabalhos citados destacam que cultura do milho, principalmente em forma de espigas verdes, torna-se um facilitador da adoção de adubação verde em propriedades familiares de produção de hortaliças. Isso se deve principalmente pela versatilidade de arranjos e diversas associações com outras culturas, além de ser adaptado a diferentes condições edafoclimáticas.

2.3 Brócolis

O cultivo do brócolis possui hoje a área plantada de aproximadamente 1 milhão de hectares e produção mundial de 19 milhões de toneladas por ano, sendo o Brasil um dos grandes produtores, com aproximadamente 15 mil hectares plantados, distribuídos entre as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (MELO, 2015). Segundo FILGUEIRA (2013), o brócolis é uma planta anual, herbácea, com folhas grandes, simples e alterna espiraladas, cuja parte comercializada são os pedúnculos e botões florais. Suas folhas também podem ser consumidas (BRAZ et al., 2003), porém ainda não encontram grande aceitação no mercado nacional.

Essa hortaliça é semelhante à couve-flor, sendo variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* que pertencem à família Brassicaceae. A diferença entre elas é que, além da produção de uma cabeça central única “tipo cabeça”, o brócolis apresenta também a variedade do “tipo ramoso” que após o corte da inflorescência central emite numerosas cabeças e colheitas parceladas. Outro ponto que as difere é em relação à exigência climática, sendo o brócolis menos sensível a temperaturas mais elevadas (FERREIRA, 1983), o que permite seu cultivo em locais onde a couve-flor não se desenvolve tão bem. No Brasil, são encontradas as cultivares de outono-inverno e as de verão, que apesar de serem menos produtivas, proporcionam a ampliação da oferta de mercado e, conseqüentemente, maiores preços por serem ofertados na entressafra; porém, temperaturas além de 30 graus Celsius podem retardar o crescimento das cabeças e até mesmo causar a deformação, se transformando em uma cultura de alto risco (BJÖRKMAN; PEARSON, 1998). Segundo TREVISAN (2003), as temperaturas médias entre 15 e 18 °C são ideais para o crescimento, desenvolvimento e qualidade das brássicas, sendo a temperatura máxima de 24°C.

O ponto de colheita ocorre quando os botões florais da cabeça central ou das suas ramificações estão bem desenvolvidos, de cor verde escura, antecedendo a abertura dos mesmos e ficando de cor amarelada. (FILGUEIRA, 2013).

Seu consumo vem crescendo a cada ano, mesmo ainda sendo visto como pouco consumido no Brasil quando comparado a outras hortaliças. Apresenta aproximadamente 140g *per capita*. Mesmo assim, a expansão se deve à sua utilização em preparos gastronômicos e, principalmente, ao reconhecimento de seu valor nutricional. Considera-se que cada 100 g da inflorescência contém: 3,8 % de fibras; 29,4 Kcal; 350 µg de vitamina A (retinol); 54 µg de vitamina B (tiamina); 350 µg de vitamina B2 (riboflavina); 1,68 µg de vitamina B5; 82,7 mg de vitamina C; 0,045 mg de cobre (Cu); 25 mg de magnésio (Mg); 0,23 mg de manganês (Mn);

0,40 mg de zinco (Zn); 325 mg de potássio (K); 27 mg de sódio (Na); 400 mg de cálcio (Ca); 15 mg de ferro (Fe); e 70 mg de fósforo (P) (MELO, 2015).

Por esses motivos, fica evidente a importância de estudos com essa espécie, que viabilizem a adoção da técnica de adubação verde pelos agricultores familiares produtores de hortaliças orgânicas, além de verificar seu comportamento e potencial na produção agrícola da região Sul Fluminense.

3. METODOLOGIA

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 dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foi cultivado o milho verde consorciado a adubos verdes, enquanto na segunda etapa houve o cultivo de brócolis sobre a palhada do cultivo conduzido na primeira etapa. Previamente a esses cultivos, foram coletados e analisados os dados da Estação Meteorológica do IFRJ- Campus Pinheiral, referente aos últimos dois anos, conforme a Figura 1. O clima da região está classificado como Cwa – Temperado de inverno seco e verão chuvoso (KÖPPEN, 1936).

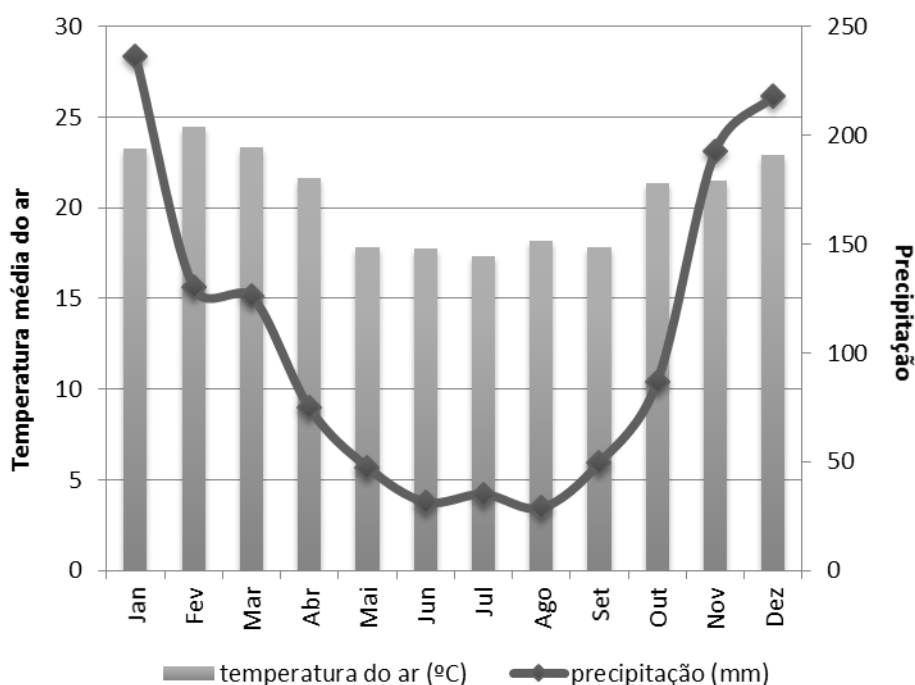


Figura 1. Variação sazonal de precipitação pluviométrica e temperatura média no município de Pinheiral/RJ, valores médios do período de dez anos (2005 a 2015). (Dados da Estação Meteorológica do IFRJ-Campus Pinheiral.RJ).

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).

Posteriormente, procedeu-se a amostragem do solo de acordo com FREIRE et al., (2013) e em seguida as encaminhou para 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). Após isso, as amostras simples de cada profundidade foram homogeneizadas, formando duas amostras compostas e levadas ao laboratório de química do IFRJ-campus Pinheiral onde foram então conduzidas análises para as seguintes características químicas do solo: pH e teores de alumínio (Al^{+++}), cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), fósforo disponível, potássio (K^+) e Carbono total, conforme metodologia descrita por EMBRAPA (1997). 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 H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	T	P	K ⁺	Na ⁺	V
		cmolc dm ⁻³							mg dm ⁻³		%
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

3.1 Instalação do experimento

Na primeira fase do experimento, o delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições (Figura 2). 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 m².

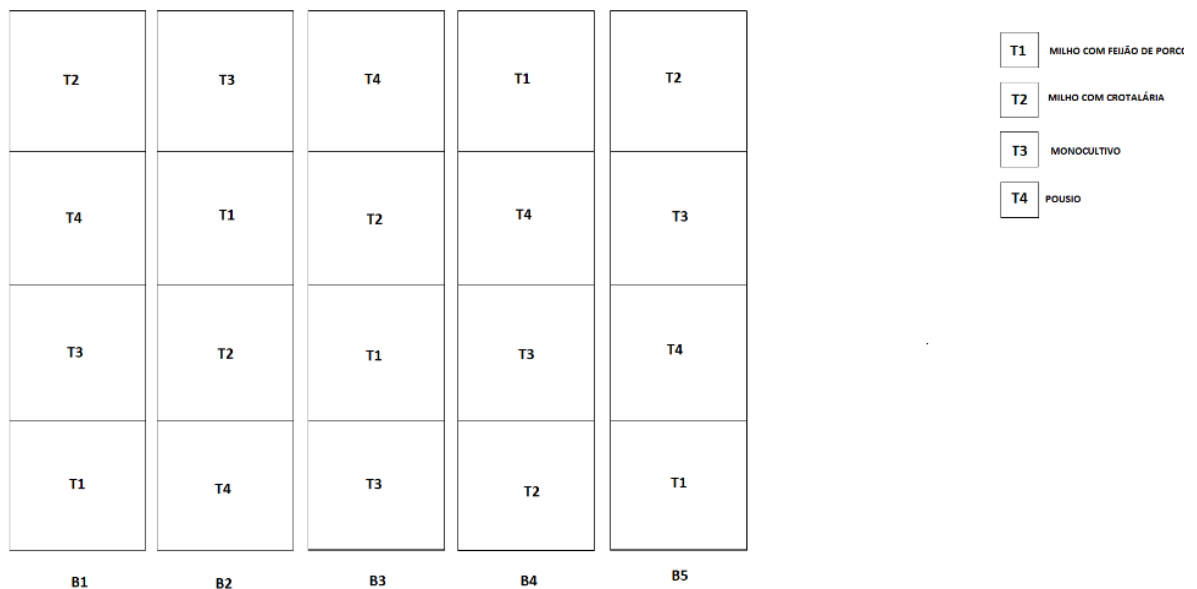


Figura 2. Croqui da área experimental.

O preparo do solo foi realizado através de uma aração e duas gradagens, aos 60 e 45 dias respectivamente, antes da implantação do experimento, ou seja, antecedendo os adubos verdes, onde foi feita a calagem da área com intuito de elevar o valor V (Saturação por bases) para 80%, seguindo a metodologia de RAIJ et al., (1997), com a dose de 500 kg ha⁻¹ 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 do adubo verde, nesse caso feijão de porco, com espaçamento de 0,5 m x 1,5 m. A semeadura teve a densidade de 5 sementes m⁻¹ linear para o milho, enquanto para o feijão de porco a densidade de plantio utilizada foi de 8 sementes m⁻¹ 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 5 sementes m⁻¹ linear e de crotalária na densidade de plantio de 12 sementes m⁻¹ linear. No tratamento T3, foi semeado apenas milho verde, em cultivo solteiro (50.000 plantas ha⁻¹), cultivado em fileiras simples, com densidade de plantio de 5 sementes m⁻¹ 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 etapa do experimento.

No momento da implantação do experimento, foi utilizada adubação com composto orgânico produzido no Setor de Olericultura do IFRJ, Campus Pinheiral, formado a partir de resíduos vegetais oriundos de roçada da grama esmeralda (*Zoysia japonica*) juntamente com resíduo orgânico animal (esterco de equinos). Esse composto foi aplicado na dose de 500 g m⁻¹ linear (equivalente à dose de 5 Mg ha⁻¹). A análise química do composto foi realizada segundo a metodologia descrita por NOGUEIRA; SOUZA (2005). Os resultados oriundos da análise foram: teores de N = 5,80 g kg⁻¹, P = 2,63 g kg⁻¹, K = 1,64 g kg⁻¹, Ca = 13,07 g kg⁻¹, e Mg = 1,49 g kg⁻¹. As sementes de crotalária e feijão de porco foram inoculadas com bactéria *Bradyrhizobium* sp., estirpe SEMIA 6156 BR 2003 (Figura 3) e semeadas juntamente com o milho, variedade Eldorado.



Figura 3- Sementes de feijão de porco e crotalária inoculadas no momento do plantio. IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Março, 2016).

Aos 20 dias após a semeadura dos adubos verdes, foi realizada a primeira adubação de cobertura do milho, que constou de 60 g m⁻¹ linear de torta de mamona, com 5 g kg⁻¹ de N (equivalente à dose de 600 kg de torta ha⁻¹ ou 30 kg de N ha⁻¹) e 35 g de cinzas de eucalipto m⁻¹ linear (equivalente à dose de 350 kg de cinza ha⁻¹ ou 5 kg de K₂O ha⁻¹). As análises desses teores foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por NOGUEIRA; SOUZA (2005). Aos 40 dias após a implantação do experimento, essa adubação foi repetida, aplicando-se 100 g de torta de mamona m⁻¹ linear (equivalente à dose de 1.000 kg de torta ha⁻¹ ou 50 kg de N ha⁻¹) e 7 g m⁻¹ linear de sulfato de potássio (equivalente a dose de 70 kg de sulfato de potássio ha⁻¹ ou 35 kg de K₂O ha⁻¹), perfazendo as doses de 80 kg de N ha⁻¹ e 40 kg de K₂O ha⁻¹, 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 da 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), pelo qual são coletadas as plantas presentes em um quadrado de 0,5 m x 0,4 m (0,20 m²), lançado aleatoriamente em cinco pontos da parcela em direções diametralmente opostas (em formato de “X”), perfazendo a área de coleta total de 1,0 m². 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 (Figura 4). 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.



Figura 4. Coleta de biomassa das plantas espontâneas utilizando o método do quadrado inventário. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Abril, 2016).

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 m²), para reduzir o efeito bordadura. O material colhido foi levado para o Laboratório de Controle Alternativo de Pragas-CVT/IFRJ onde foi avaliado o peso, o comprimento e o diâmetro das espigas produzidas (Figura 5). 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 pelo método macro-Kjeldahl de acordo com método descrito por BURESH et al. (1982).



Figura 5. Medição de diâmetro e comprimento das espigas- IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Julho, 2016).

Posteriormente à colheita do milho mas antecedendo o corte dos adubos verdes, em torno de 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 m², segundo o método do quadrado inventário (FONTES et al., 2004), onde foi coletada tanto as plantas de milho, quanto os adubos verdes e as plantas espontâneas mesmo nas parcelas em pousio (Tratamento T4).

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 no laboratório de química agrícola da Embrapa Agrobiologia 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 & SOUZA (2005).

3.2 Plantio direto da hortaliça brócolis sobre a palhada dos adubos verdes

Na segunda etapa 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 (Figura 6).



Figura 6. Roçada do material vegetal dos tratamentos das parcelas. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Julho, 2016).

Dois dias após o corte, foram abertas as covas para o cultivo em sistema de plantio direto das mudas das hortaliças com a dimensão de aproximadamente 0,15m x 0,15m conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 7. Abertura de covas para o plantio direto de brócolis. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Julho, 2016).

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 plásticos e laterais fechadas, localizada no Setor de Viveiros e Mudas do IFRJ - Campus Pinheiral. Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato com a proporção de 83% de vermicomposto, 15% de fino de carvão vegetal e 2% de torta de mamona, conforme 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⁻¹ (equivalente à dose de 10 Mg ha⁻¹) do mesmo composto orgânico utilizado na primeira fase do experimento, com teor de 5,8 g kg⁻¹ de N (equivalente a dose de 58 kg de N ha⁻¹).

Aos 30 dias após o plantio do 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 m², sendo que as plantas foram pesadas para obtenção da massa fresca e secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, para a determinação de massa seca.

Durante o experimento, foram realizadas adubações nitrogenada e potássica, nas doses de 50 kg de N ha⁻¹ e 120 kg de K₂O.ha⁻¹. Para a adubação nitrogenada, foi utilizada torta de mamona com 5 g kg⁻¹ de N, equivalendo 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 do 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, de acordo com FILGUEIRA (2013). Nessa ocasião, foram coletadas as plantas da área útil da parcela, de aproximadamente 2 m², a qual apresentou 4 plantas centrais da parcela (Figura 8).



Figura 8. Delimitação da área útil para a colheita de brócolis. Módulo Agroecológico, IFRJ – Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Julho, 2016).

Para a avaliação da produtividade as plantas, as amostras foram levadas para o Laboratório de Controle Alternativo de Pragas-CVT/IFRJ para a determinação da massa fresca total, peso seco, diâmetro da cabeça e comprimento do caule. Em seguida, foram coletadas as folhas índices, conforme a metodologia proposta por MARTINEZ et al. (1999). Logo após, o material 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, de acordo com NOGUEIRA; SOUZA (2005), assim como da inflorescência e do caule das plantas.

As médias das variáveis foram submetidas ao teste de Lilliefors, para determinação da Normalidade, e de Cochran-Bartlett, para determinação da Homogeneidade. Os dados de teor de P e K na inflorescência e peso seco do caule do brócolis, foram transformados em Raiz quadrada para atender a pressuposição de normalidade e 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, utilizando o programa SAEG 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultados obtidos na Fase 1: Cultivo de milho e adubos verdes

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 atingiu produtividade média de 9,73 Mg ha⁻¹, 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⁻¹. Tal variação de produtividade pode estar associada a interação entre época de plantio e cultivar utilizada (PEREIRA FILHO et al., 1998). 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 (2005) verificou a redução de temperatura do solo com cobertura morta em relação ao solo nu, além disso, a temperatura ao longo do perfil reduz com o aumento da densidade de cobertura.

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 9).

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

Tratamentos	Produtivida de (Mg ha ⁻¹)	Comprimen to (cm)	Diâmetr o (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).

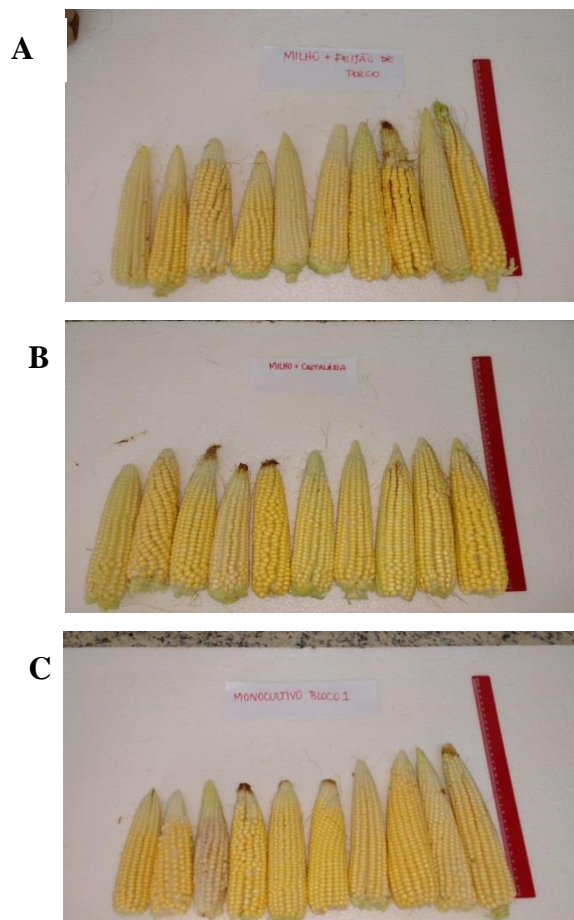


Figura 9. Comparação entre as espigas de milho verde em função dos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B) e Milho solteiro (C) respectivamente. Módulo Agroecológico, IFRJ – Campus Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Julho, 2016).

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 2016.

Tratamentos	N (g.kg ⁻¹)	P(g.kg ⁻¹)	K(g.kg ⁻¹)
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⁻¹ de biomassa seca. Do mesmo modo, RISSO et al. (2009) avaliaram os consórcios de milho com leguminosas (*C. juncea* e *Mucuna pruriens*), visando adubação verde, e obtiveram elevada produção de biomassa total por unidade de área. Os dados obtidos demonstram que, em período de entressafra de hortaliças, é mais 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⁻¹) dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, julho 2016.

Tratamentos	Média (Mg ha ⁻¹)
Milho + Feijão de Porco	13,11 a
Milho + Crotalária	12,38 ab
Milho Solteiro	9,60 b
Pousio (testemunha)	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, pelos sistemas 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 misturadas), antecedendo a cultura do melão irrigado, e observou valores baixos de 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. Resultados semelhantes aos observados nesse trabalho, foram observados por LIMA FILHO, (2014) em que os valores estimados da relação C/N, considerando teor de C em torno 40% na biomassa dos adubos verdes, obteve os valores de T1=23,17, T2=25,19, T3=32,31 e T4=18,33 proporcionando uma liberação rápida dos nutrientes acumulados na biomassa das leguminosas favorecendo o desenvolvimento da cultura principal (GIACOMINI et al, 2003) e ao mesmo tempo em que promove a proteção do solo pela persistência da palhada proporcionada pela gramínea.

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⁻¹), na palhada dos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Julho 2016.

Tratamentos	N	P (kg ha ⁻¹)	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 (testemunha)	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 obtida por amostragem composta de milho + leguminosa, quando houve consórcio, apenas milho em cultivo solteiro ou apenas plantas espontâneas nas parcelas em pousio.

Em relação aos acúmulos de P, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos avaliados. O mesmo 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 ao 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, o que possivelmente é justificado pela eficiência das espécies que constituíram aquele tratamento em absorver tal nutriente (FAVERO et al., 2000).

4.2 Resultados obtidos na Fase 2: Plantio direto de brócolis sobre a palhada dos adubos verdes

O brócolis foi cultivado sobre a palhada dos resíduos de adubos verdes cultivados na Fase 1. Após sua colheita, foi analisada a produtividade em relação aos tratamentos que o antecederam. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6. Pode-se observar a maior produtividade da inflorescência do 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; GIORDANO (1995), que alcançaram de 9,4 a 13,0 Mg ha⁻¹ 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. DINIZ et al. (2008) verificaram aumento proporcional da massa seca das inflorescências de brócolis em relação ao aumento da dose de composto orgânico aplicado.

Tabela 6. Produtividade da inflorescência de brócolis (Mg ha⁻¹) cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.

Tratamentos	Peso Fresco	Peso Seco
	(Mg. ha ⁻¹)	
Milho + Feijão de Porco	14,87 a	3,66 a
Milho + Crotalária	16,14 a	3,303 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 (Tabela 5). O maior aporte de biomassa é essencial para o manejo orgânico, especialmente em sistema de plantio direto, principalmente por elevar os teores de matéria orgânica, favorecendo o aumento da estabilidade de agregados, da microporosidade e conseqüentemente da capacidade de retenção de umidade (DE-POLLI et al., 1996). Além disso, quando se consorciavam leguminosas e gramíneas, há uma melhor exploração das camadas do solo, devido aos diferentes sistemas radiculares das plantas empregadas, o que favorece suas características físicas e químicas.

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 10.

Tabela 7. Diâmetro e circunferência da inflorescência de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 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 (testemunha)	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 10. 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, 2016).

TIVELLI et al. (2010) avaliaram o cultivo da alface americana com e sem adubação verde prévia pela leguminosa crotalária juncea e observou que as alfaces plantadas nas parcelas sem a adubação verde apresentaram diâmetro inferior às que foram plantadas em sucessão à leguminosa. Esses mesmos autores observaram ainda que o brócolis obtido sem a adubação verde não chegou a produzir cabeças de padrão comercial. Em outro trabalho, LALLA et al. (2010) avaliaram o cultivo convencional de oito cultivares de brócolis de inflorescência única e obtiveram valores de $586,9 \text{ g planta}^{-1}$ (equivalente à $11,7 \text{ Mg ha}^{-1}$), e diâmetro de 14,8 cm, ambos inferiores aos encontrados nesse trabalho utilizando plantio direto, principalmente nos tratamentos antecedidos pelo consórcio com leguminosas. Isso evidencia os benefícios gerados pelos tratamentos avaliados nesta dissertação.

Em todos os parâmetros fitotécnicos avaliados para o brócolis, foi observado desenvolvimento inferior no tratamento controle. Esse é um resultado coerente, visto que os demais tratamentos favoreceram o 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.

Foram ainda obtidos os teores dos nutrientes N, P e K na inflorescência de brócolis colhida em sucessão aos diferentes tratamentos (Tabela 8). 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 do 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 (Tabela 5). 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 do brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.

Tratamento	N (g kg⁻¹)	P(g kg⁻¹)	K(g kg⁻¹)
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 (testemunha)	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).

PEREIRA (2007), em experimento com repolho em sucessão ao pré-cultivo com crotalária, em sistema de plantio direto ou preparo convencional do solo, obteve valores de 99,6 e 83,2 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, acumulados na matéria seca das cabeças. Em outro experimento, cultivando couve-flor sobre a palhada de leguminosa consorciada com gramínea, o mesmo autor registrou acúmulos de 330,7; 285,8; e 205,7 kg de N ha⁻¹ nas cabeças de couve-flor quando cultivada em sucessão à *C. juncea* solteira, *C. juncea* consorciada com milho, e milho em cultivo solteiro, respectivamente.

Além das inflorescências, também foram avaliados parâmetros fitotécnicos relacionados ao desenvolvimento de caule e folhas das plantas de brócolis. Os resultados obtidos para caule são apresentados na Tabela 9. Pode-se observar que o tratamento milho consorciado com crotalária superou o pousio quanto ao peso fresco de caule, enquanto o maior valor para comprimento do caule foi alcançado com os consórcios entre milho e leguminosas.

Tabela 9. Peso fresco, peso seco (Mg ha^{-1}) e comprimento do caule de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro 2016.

Tratamento	Peso Fresco (Mg ha^{-1})	Peso Seco	Comprimento (cm)
Milho + Feijão de Porco	5,78 ab	1,47 a	4,26 a
Milho + Crotalária	6,32 a	1,70 a	4,09 a
Milho Solteiro	5,12 ab	1,54 a	3,54 b
Pousio (testemunha)	4,62 b	1,32 a	3,62 ab
CV(%)	12,95	50,59	12,18

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

Com relação aos teores dos nutrientes N, P e K no caule de brócolis, foi possível observar que não houve diferenças significativas quanto aos tratamentos (Tabela 10), ao contrário do que foi observado para os teores desses mesmos nutrientes na inflorescência (Tabela 8). Tal fato indica um comportamento diferenciado quanto à acumulação daqueles nutrientes em diferentes órgãos do brócolis.

Tabela 10. Teores de N, P e K na massa seca do caule de brócolis cultivados em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro 2016.

Tratamentos	N (g kg^{-1})	P (g kg^{-1})	K (g kg^{-1})
Milho + Feijão de Porco	17,6 a	7,53 a	67,98 a
Milho + Crotalária	17,8 a	7,95 a	71,40 a
Milho Solteiro	15,6 a	7,35 a	62,35 a
Pousio (testemunha)	16,7 a	7,42 a	68,96 a
CV(%)	8,69	9,34	9,34

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

Com relação ao peso fresco das folhas de brócolis, observou-se um aumento dessa variável no tratamento consórcio de milho com feijão de porco, em comparação aos tratamentos milho solteiro e pousio. No entanto, foram detectadas diferenças significativas para o peso seco daquelas folhas (Tabela 11). Cabe destacar que o peso das folhas foi proporcionalmente maior que o dos demais órgãos (inflorescência e caule), o que pode estar associado à função das folhas na síntese de carboidratos, necessários para o desenvolvimento da planta.

Tabela 11. Peso fresco e peso seco (Mg ha^{-1}) das folhas de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, outubro 2016.

Tratamentos	Peso Fresco	Peso Seco
	(Mg ha^{-1})	
Milho + Feijão de Porco	16,06 a	4,44 a
Milho + Crotalária	15,19 ab	4,46 a
Milho Solteiro	12,09 bc	3,68 a
Pousio (testemunha)	11,43 c	3,32 a
CV(%)	13,3	15,9

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

Os teores dos nutrientes N, P e K nas folhas das plantas de brócolis cultivados em sucessão aos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 12. Observa-se que não houve efeito dos diferentes tratamentos nos teores de N, P e K nas folhas de brócolis, assim como foi observado para o caule. Outros estudos relacionados ao uso da adubação verde na cultura do brócolis também não constataram efeito dessa prática sobre os teores de nutrientes nas folhas e do caule dessa cultura (RIBAS, 2005; DINIZ et al., 2010).

Tabela 12. Teores de N, P e K na massa seca da folha índice de brócolis cultivado em sucessão aos diferentes tratamentos. Pinheiral/RJ, Outubro 2016.

Tratamentos	N (g kg^{-1})	P (g kg^{-1})	K (g kg^{-1})
Milho + Feijão de Porco	32,10 a	4,87 a	27,52 a
Milho + Crotalária	35,30 a	5,75 a	31,48 a
Milho Solteiro	31,40 ^a	4,82 a	32,09 a
Pousio (testemunha)	28,60 ^a	5,09a	27,80 a
CV(%)	14,14	21,04	13,85

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

Os teores obtidos para N mostram-se dentro da faixa ideal descrita por BOARETTO (1999), entre 30 a 55 g kg^{-1} na matéria seca foliar. Por sua vez, HOCHMUTH et al. (1991) destaca que os valores de referência dos teores de macronutrientes no tecido foliar de brócolis são: N: 24-40 (g kg^{-1}); P: 2-4 (g kg^{-1}); K: 16-25 (g kg^{-1}). Destaca-se o teor de N nas folhas de brócolis associado ao pousio, que se mostrou ligeiramente inferior à faixa indicada por BOARETTO (1999), o que se justifica pelo menor aporte de biomassa e do fornecimento desse nutriente pelos resíduos daquele tratamento na Fase 1.

Os valores de biomassa seca de plantas espontâneas, associados a cada tratamento, durante a Fase 1 dessa dissertação, são apresentados na Tabela 13. A população de plantas espontâneas nas parcelas era constituída predominantemente por braquiária (*Brachiária 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 a 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). Outros efeitos são exercidos sobre as plantas espontâneas, como a competição por água, oxigênio e nutrientes. ALTIERI et al. (1978) observaram eficiente controle das plantas espontâneas quando cultivaram milho (*Zea mays*) consorciado a leguminosa feijão-mungo (*Phaseolus mungo*).

Tabela 13. Valores de biomassa seca total (Mg ha^{-1}) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a Fase 1. Pinheiral/RJ, maio 2016.

Tratamentos	Peso Seco (Mg ha^{-1})
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 ($p < 0,05$).

Na Figura 11 pode-se observar a eficiência na cobertura do solo de cada tratamento.

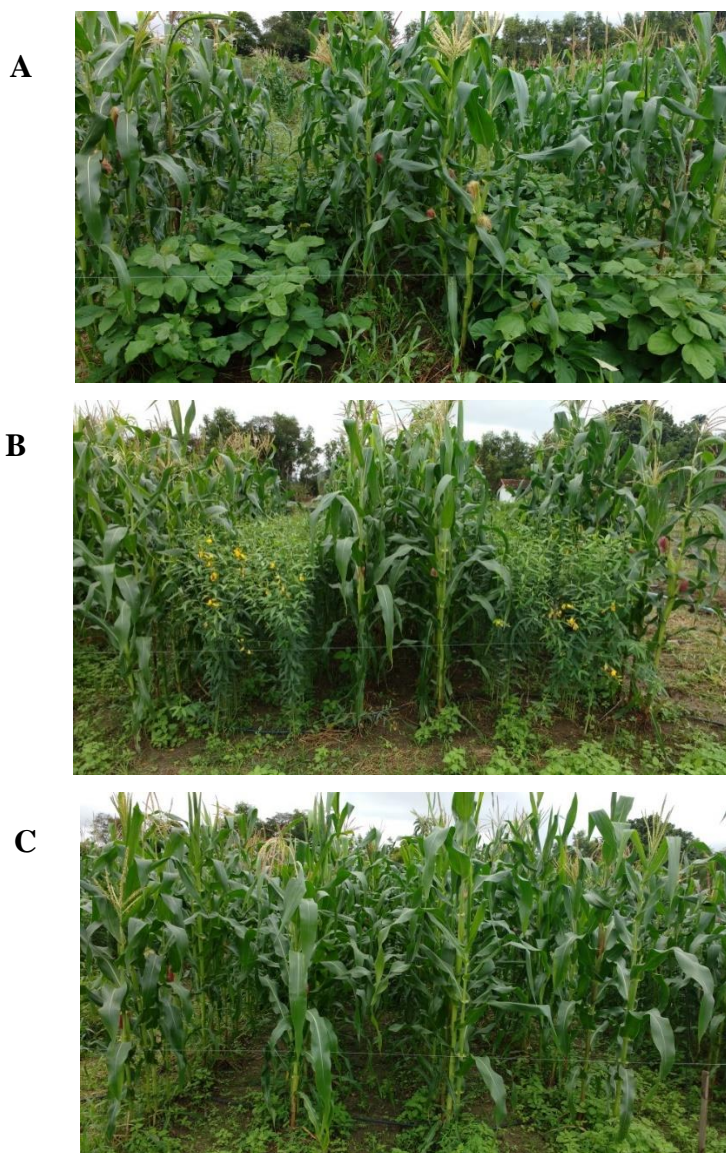


Figura 11. Diferença entre a cobertura do solo em função dos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B) e Milho solteiro (C), respectivamente. Módulo Agroecológico, IFRJ – Campus Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Junho, 2016).

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 (RICE, 1974). A liberação dessas substâncias para o ambiente ocorre de diversas maneiras, destacando-se a exsudação pelas raízes, a lixiviação e a decomposição dos resíduos vegetais (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

Os valores de biomassa seca de plantas espontâneas referente a cada tratamento, durante a Fase 2 do trabalho, é apresentada na Tabela 14. Observa-se que o pousio apresentou maiores valores de biomassa seca de plantas espontâneas, seguido pelo tratamento milho solteiro.

Tabela 14. Valores de biomassa seca total (Mg ha^{-1}) das plantas espontâneas coletadas nos diferentes tratamentos durante a Fase 2-Pinheiral/RJ, Agosto 2016.

Tratamento	Peso Seco (Mg ha^{-1})
Milho + Feijão de Porco	0,61 c
Milho + Crotalária	0,51 c
Milho Solteiro	1,23 b
Pousio (testemunha)	2,20 a
CV (%)	27,97

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

Na Figura 12 pode-se demonstrar a diferença visual da cobertura do solo nos diferentes tratamentos.

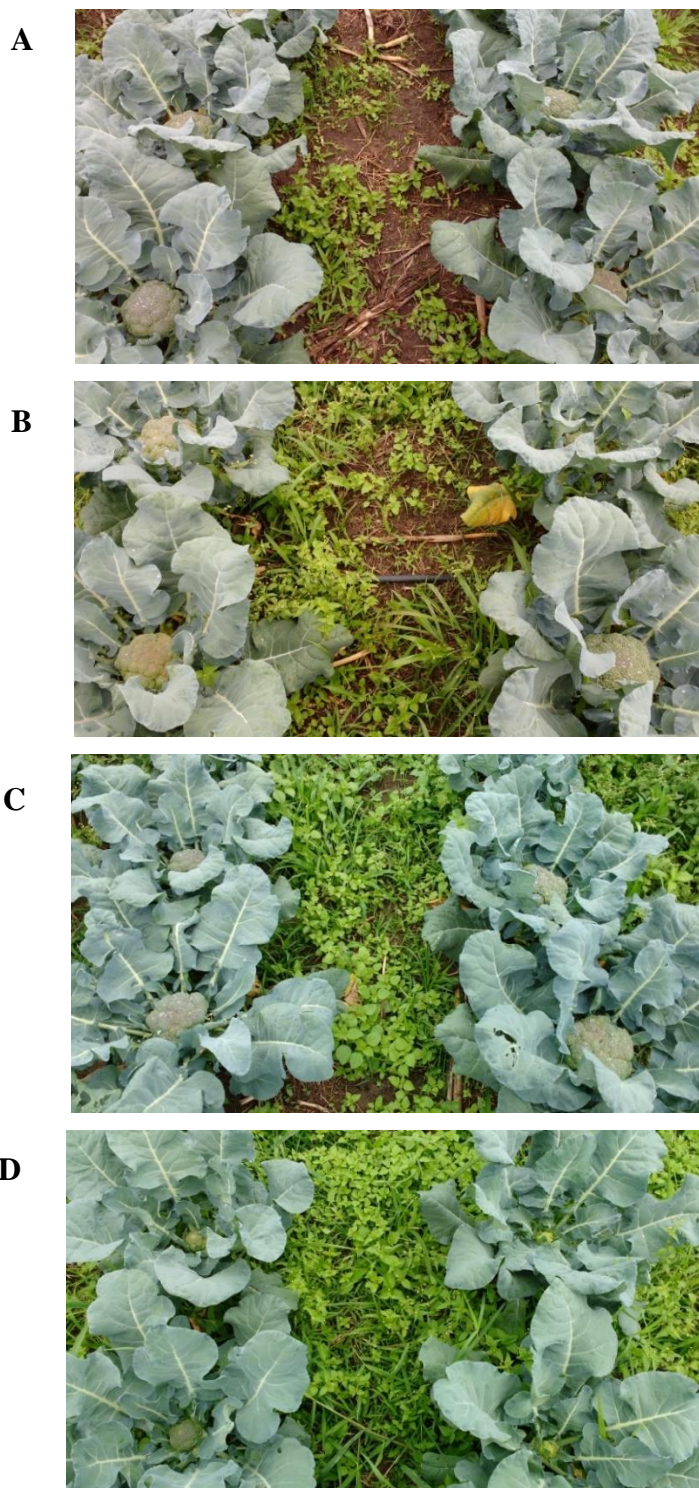


Figura 12. Diferença entre a cobertura do solo em função dos diversos tratamentos Milho + Feijão de porco (A), Milho + Crotalária (B), Milho solteiro (C) e pousio (D), respectivamente. Módulo Agroecológico, IFRJ – Campus Nilo Peçanha, Pinheiral/RJ (Foto de Marcus Vinícius de Castro Rocha, Setembro, 2016).

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 pré-plantio do 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*). Em outro trabalho, MAGALHÃES; FRANCO (1962) verificaram que o feijão de porco possui efeito alelopático sobre a mesma espécie. Por sua vez, TEIXEIRA et al. (2004) concluíram que o potencial alelopático da crotalária reduziu o poder de germinação das sementes de picão preto (*Bidens alba*) e alface (*Lactuca sativa*). FAVERO et al. (2001) concluíram que o uso de leguminosas para adubação verde promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas. Tais resultados mostram-se de grande importância para evitar a reinfestação das áreas de cultivo pela reposição do banco de sementes do solo.

Com o presente trabalho, foi possível verificar a contribuição da adubação verde para o sistema orgânico de produção de brócolis. Tal prática agropecuária demonstrou potencial de melhorar características dos agroecossistemas, além de possibilitar geração de renda com a colheita das espigas de milho verde.

5. CONCLUSÃO

- O consórcio do milho com feijão de porco aumenta a produtividade de biomassa fresca de espigas despalhadas.
- 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 feijão de porco proporcionam aumento significativo na produtividade do brócolis cultivado em sucessão.
- As leguminosas feijão de porco e crotalária, consorciadas com milho, contribuem para o controle das plantas espontâneas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A. Adubação verde. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. de; RESENDE, F. V. (Eds.). Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2007. p. 99-112. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- ALMEIDA, K. de. Manejo de espécies de adubo verde na produção de alface e cenoura em sistema orgânico de produção. 2009. 109 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 122 p.
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. 400 p.
- ALTIERI, M. A.; FRANCIS, C. A.; SCHOONHOVEN, A. V.; DOLL, J. D. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in polycultural systems. *Field Crops Research*, v. 1, p. 33-49, 1978.
- 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.
- ANDRADE, N. C.; PONTE, J. J. Efeito do sistema de plantio em camalhão e do consórcio com *Crotalaria spectabilis* no controle de *Meloidogyne incógnita* em quiabeiro. *Nematologia Brasileira*, v. 23, p. 11-16, 1999.
- BJÖRKMAN, T.; PEARSON, K. J. High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.). *Journal of Experimental Botany*, v. 49, p.101-106, 1998.
- BOARETTO, A. E.; CHITOLINA, J. C.; RAIJ, B. V.; SILVA, F. D.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. D. S.; SILVA, F. D. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. C. da (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1999. p. 49-73.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca 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.
- BRAZ, L. T.; GRILLI, G. V. G.; CINTRA, A. D. Desempenho de híbridos de brócolos cultivados em casa de vegetação e em ambiente natural, no verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. *Horticultura Brasileira*, v. 21, 2003. p. 360.
- BURESH, R.J.; AUSTIN, E.R & CRASWELL, E.T. Analytical methods in ¹⁵N research. *Fert. Res.*, The Hague, 3:37-62, 1982.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord). Adubação verde no sul do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. p. 1-56, 1993.
- CESAR, M. N. Z.; RIBEIRO, R. L. D; PAULA, P. D.; POLIDORO, J. C.; MANERA, T. C.; GUERRA, J. G. M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. *Horticultura Brasileira*, v. 25, p. 322-326, 2007.
- CORRÊA, A. L.; ABBOUD, A. C. de S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A.; RIBEIRO, R. de L. D. Adubação verde com crotalária consorciada ao minimilho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. *Revista Ceres*, v. 61, p. 956-963, 2014.

COSTA, M. B. B. da. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993.346 p.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. (Ed.). Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p. 225-242.

DINIZ, E. R., SANTOS, R. H. S., URQUIAGA, S. S., PETERNELLI, L. A., BARRELLA, T. P., & FREITAS, G. D. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1428-1434, 2008.

DINIZ, E. R.; ALMEIDA, A. R.; MATTOS, U. J. B. M.; VARGAS, T. O.; PEREIRA, W. D.; SANTOS, R. H. S.; OLIVEIRA, N. L. C. Efeito de doses de adubo verde no crescimento e produção de brócolis orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50., 2010, Guarapari, ES. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. S2819-S2826, 2010.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1993. 28 p. Boletim.

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

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção de batata doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, p 339-347, 1998.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALVES, A. L. da C.; ASSIS, R. L. de; SOUZA, J. R. de; NOBRE JÚNIOR, A. de A.; ARAUJO, E. da S. Avaliação socioambiental do uso de leguminosas para adubação verde em unidades de produção orgânica ou em transição agroecológica da Região Serrana Fluminense. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 20 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 267).

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. de; ABOUD, A. C. de S. Adubação verde com leguminosas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p. (Coleção Saber 5).

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C. da; 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, F. A. Efeito do clima sobre as brássicas. *Informe Agropecuário*, v. 9, n. 98, p.12-14, 1983.

FERREIRA NETO, R. A. Nitrogênio fixado em cultivo de melão sob adubação verde no município de Juazeiro, Bahia. 2013. 42 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2013. 421 p.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J. de; MORAIS, A. R. de; ALMEIDA, K. de; 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.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, v. 24, p. 146-150, 2006.

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.

FRANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, p. 2267-2276, 1999.

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, Eloi et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 27, n. 1, 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.

GLIESSMAN, S. R.; ENGLES, E.; KRIEGER, R. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Boca Raton: CRC Press, 1998. 357 p.

GUERRA, J. G.M.; NIDIAYE, A.; ASSIS, R. L. de; ESPINDOLA, J. A. A. Uso de plantas de cobertura na valorização de processos ecológicos em sistemas orgânicos de produção na região serrana fluminense. *Revista Agriculturas*, v. 4, p. 24-28, 2007.

HOCHMUTH, G. D.; MAYNARD, C.; VAVRINA, E. H. *Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida*. Florida: University of Florida, 1991. 42 p.

HODTKE, M.; ARAÚJO, P. A.; KOPKE, U.; ALMEIDA, D. L de. Nutritional status, grain yield and N-balance of organically grown maize intercropped with green manure. In: INTERNATIONAL IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 12., Mar del Plata. *Proceedings...*, IFOAM, p. 135-140, 1999.

KAHMEN, A.; RENKER, C.; UNSICKER, S. B.; BUCHMANN, N. Niche complementarity for nitrogen: an explanation for the biodiversity and ecosystem functioning relationship. *Ecology*, v. 87, p. 1244-1255, 2006.

KHAN, D. F.; PEOPLES, M. B.; CHALK, P. M.; HERRIDGE, D. F. Quantifying below-ground nitrogen of legumes. 2. A comparison of ¹⁵N and non-isotopic methods. *Plant and Soil*, v. 239, p. 277-289, 2002.

KOPPEN, W. Das geographische System der Klimate. – KOppen, W., R. GEIGER (Eds.): *Handbuch der Klimatologie*. – Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1, 1–44, part C-1936.

LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; SEABRA JÚNIOR S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. 360-363, 2010.

LEAL, M. A. de A. Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para cultivo de hortaliças orgânicas. 2006. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 2 v. il. color.

MAGALHÃES, A. C.; FRANCO, C. M. Toxicidade do feijão-de-porco sobre a tiririca. *Bragantia*, v. 21, p. 53-58, 1962.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUARIA (MAPA). Cadastro Nacional dos Produtores Orgânicos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 5 set. 2017.

MARTINEZ, E. P. M.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 143-168.

MELO, P. E. de; GIORDANO, L. de B. Características agronômicas 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.

MELO, R. D. C. A cultura dos brócolis. Brasília: Embrapa, 2015. 153 p. (Coleção Plantar, 74).

NESPOLI, A., SEABRA, J. S., ARANTES, E. M., NUNES, M. C. M., NEVES, J. F. Cultivo de brócolis de inflorescência única sob diferentes coberturas de solo. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, p. 916-925, 2013.

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, F. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; SILVA, V. V.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v. 22, p. 638-641, 2004.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agronômicas 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 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA A. J. Caracterização agronômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto. 2007. 72 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Milho verde: espaçamentos, densidade de plantas, cultivares e épocas de semeadura influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Resumos expandidos. Recife: ABMS, 1998. CD-ROM.

PEREIRA J.; BURLE, M. L.; RESCK D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia, GO. Anais... Campinas: Fundação Cargil, 1992. p. 140-154.

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.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

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. 324p.

RIBAS, R. G. T. Doses de adubo verde em cobertura na produção orgânica de brócolis. 2005. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 54).

RIBEIRO JÚNIOR, I. R. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: UFV. 301 p. 2001.

RICE, E. L. Allelopathy. New York: Academic Press, 1974. 333 p.

RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; SOUZA, C. G. de; ESPINDOLA, J. A. A.; POLIDORO, J. C. Cultivo orgânico do milho consorciado com leguminosas para fins de adubação verde. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R.; LIMA, E. F. Manejo agroecológico do solo: os benefícios da adubação verde. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2009. 24 p. (Embrapa Meio Norte. Documentos, 193).

SALMI, A. P.; RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P. de; ABOUD, A. C. de. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. Revista Ceres, v. 60, p. 79-85, 2013.

SANTOS, C. A. B.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; FEITOSA, H. O.; MOURA, A. F. G.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. de; COSTA, J. R. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 112).

SANTOS, C. A. B. dos; ZANDONÁ, S. R.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; SOUZA, C. G. de; RIBEIRO, R. de L. D. Cultivo orgânico do milho verde em sistema de plantio direto na palhada de diferentes espécies de plantas de cobertura de solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

SILVA, E. E., DE-POLLI, H., GUERRA, J. G. M., MENEZES, E. L. 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, 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.

TEIXEIRA, C. M., ARAÚJO, J. B. S., & CARVALHO, G. J. de. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). Ciência e Agrotecnologia, v. 28, p. 691-695, 2004.

TIVELLI, S. W.; KANO, C.; PURQUERIO, L. F. V.; WUTKE, E. B.; ISHIMURA, I. Desempenho do quiabeiro consorciado com adubos verdes eretos de porte baixo em dois sistemas de cultivo. Horticultura Brasileira, v. 31, p. 483-488, 2013.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L.; KANO, C. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. Pesquisa & Tecnologia, v. 7, p. 1-7, 2010.

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; LÚCIO A. D. C.; CASTAMAN C.; MARION R. R.; TREVISAN B. G. Rendimento de cultivares de brócolis semeados em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, v.33, p. 233-239, 2003.

TRIVELLATO, M. D.; FREITAS, G. B. Panorama da agricultura orgânica. In: STRINGUETA, P. C.; MUNIZ, J. N. Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação. Viçosa: UFV, 2003. p. 9-35.

WILLER, H.; LERNOUD, J. The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2017. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL); Bonn: IFOAM, 2017. 332 p. Disponível em: <https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/785/?ref=1>. Acesso em: 4 mar. 2018.

WUTKE, E. B.; TRANI, P. E.; AMBROSANO, E. J; DRUGOWICH, M. I. Adubação verde no estado de São Paulo. Campinas: CATI, 2009. 89 p. (Boletim Técnico, 249).