

**DESEMPENHO DO CAFÉ CONILON CONSORCIADO COM
ADUBOS VERDES EM ÁREA DE TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA**

MÁRIO EUCLIDES PECHARA DA COSTA JAEGGI

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2017**

**DESEMPENHO DO CAFÉ CONILON CONSORCIADO COM
ADUBOS VERDES EM ÁREA DE TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA**

MÁRIO EUCLIDES PECHARA DA COSTA JAEGGI

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestrado em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

026/2017

J22 Jaeggi, Mário Euclides Pechara da Costa.

Desempenho do café conilon consorciado com adubos verdes em área de transição agroecológica / Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

57 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.

Bibliografia: f. 32 – 47.

Orientador: Fábio Cunha Coelho.

1. Coffea canphora - Manejo. 2. Café Conilon – Adubo. 3. Agroecologia. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 633.73

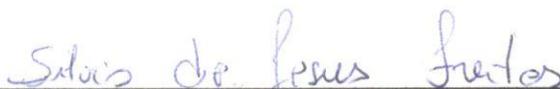
DESEMPENHO DO CAFÉ CONILON CONSORCIADO COM
ADUBOS VERDES EM ÁREA DE TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

MÁRIO EUCLIDES PECHARA DA COSTA JAEGGI

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestrado em Produção Vegetal.

Aprovada em 30 de março de 2017

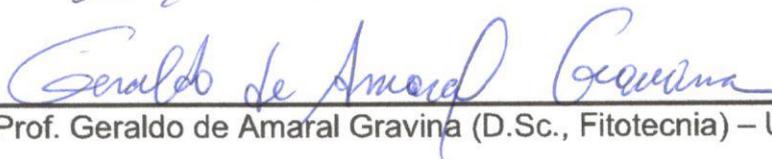
Comissão Examinadora



Prof. Silvio de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Wallace Luís de Lima (D.Sc., Ciências do Solo) – IFES



Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF



Prof. Fábio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
(Orientador)

Primeiramente a Deus.

E a minha Família...

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, pois tudo que guardei em minhas mãos eu perdi, mas tudo que coloquei em suas mãos, eu ainda possuo.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade de realizar o curso.

À minha linda família que sempre torceu por mim, o verdadeiro motivo do meu sucesso. A minha esposa Vanuza de Brito Martins e filha Mirelly Martins da Silva e aos meus pais Farati Pechara Jaeggi e Maria de Fátima da Costa Jaeggi.

Ao meu orientador Prof. Fábio Cunha Coelho, por aceitar me orientar, pelo apoio, paciência, amizade e dedicação.

Ao Professor Silvio de Jesus Freitas, pela orientação na área de café.

Ao coorientador Prof. Wallace Luís de Lima, pela orientação durante os meses de desenvolvimento do projeto no Instituto Federal do Espírito Santo.

A Israel Martins Pereira e Alex Justino, por toda paciência e ajuda na elaboração do projeto e auxílio em todas as vezes que precisei coletar dados.

Ao Proprietário Armando Fossi, por ter emprestado a área para a pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Adubação verde	3
2.1.1 <i>Mucuna preta (Stizolobium aterrimum Piper & Tracy)</i>	5
2.1.2 Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Mill sp.)	6
2.1.3 Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.)	7
2.1.4 Margaridão mexicano (<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray)	8
2.1.5 Consórcio entre <i>Coffea canephora</i> e leguminosas	9
2.1.6 Efeito da adubação verde na fisiologia do cafeeiro	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. RESUMO E CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

JAEGGI, Mário Euclides Pechara da Costa; M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, março de 2017. Desempenho do café conilon consorciado com adubos verdes em área de transição agroecológica. Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho.

O objetivo desse trabalho é avaliar características morfo-agronômicas do cafeeiro conilon submetido a diferentes manejos de espécies de adubos verdes. Foram avaliados cafeeiros contendo as espécies de adubo verde: feijão guandu, feijão-de-porco, mucuna preta e margaridão mexicano, em ambas as entrelinhas adjacentes (100%) e apenas na entrelinha localizada na entrelinha superior (50%), além de um tratamento testemunha, sem adubo verde, com adubação convencional. A unidade experimental constituiu-se de uma planta de cafeeiro, variedade clonal “Incaper 8142 Conilon Vitória variedade 12 V (precoce), com espaçamento de 2,30 x 2,60 metros. Utilizou-se bordadura de pelo menos uma planta de cafeeiro entre as unidades experimentais. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições. As variáveis avaliadas foram comprimento do maior ramo ortotrópico (ALT); diâmetro dos ramos ortotrópicos (DRO); diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP); número de entrenós da planta (ETN) número de folhas lançadas nos ramos plagiotrópicos (NF); número de ramos plagiotrópicos lançados (NRP); número de nós produtivos dos ramos plagiotrópicos (NP); litros de café colhido *in natura* (LTS); quilogramas de café cereja produzidos por planta

(kg). O manejo 50% de feijão guandu foi superior ao convencional para a maioria das características avaliadas (altura das plantas, diâmetro do ramo ortotrópico e plagiotrópico, número de entrenós, número de folhas, número de nós produtivos, número de ramos plagiotrópicos e produtividade em quilogramas de café cereja por planta, portanto pode ser recomendado, para o primeiro ano de transição. Ressalta-se que essa recomendação é especificamente para a variedade clonal “Incaper 8142” Conilon Vitória clone 12V (precoce). Assim, em relação ao manejo convencional, foi observado que o feijão guandu, no manejo 50%, proporcionou incremento de 3,57 kg de grãos cereja por planta de café, o que corresponde a 5.970 kg ha⁻¹ já que a população de plantas foi de 1.672 plantas de café por hectare. Por outro lado, os demais adubos verdes não proporcionaram incrementos significativos em relação ao manejo convencional.

ABSTRACT

JAEGGI, Mário Euclides Pechara da Costa; M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, March 2017. Performance of *Canephora* coffee intercropped with green manures in an agroecological transition area. Advisor: Prof. Fábio Cunha Coelho.

The objective of this work is to evaluate the morphological and agronomic characteristics of coffee *Canephora* submitted to different managements of green manure species. Coffees with the following characteristics were found: guandu beans, pork beans, black mucuna and Mexican daisy, in both adjacent lines (100%) and only in the line between the upper half (50%), and a control treatment in Fertilizer, with conventional fertilization. An experimental unit constituted by a coffee plant, clonal variety "Incaper 8142" Conilon Vitória variety 12 V (precocious), with spacing of 2.30 x 2.60 meters. Use an edge of at least one coffee plant between the experimental units. For each treatment applied five replicates. The variables, the largest orthotropic branch (ALT) was evaluated; Orthotropic branch diameter (ORD); Diameter of the plagiotropic branch (DRP); Number of plant internodes (ETN) number of leaves cast in plagiotropic branches (NF); Number of launched plagiotropic branches (NRP); Number of food products of plagiotropic (NP); Liters of coffee harvested in natura (LTS); Quilograms of cherry coffee produced per plant (kg). The 50% management of pigeon pea was superior to conventional for most of the evaluated characteristics (plant height, diameter of the orthotropic branch and plagiotropic, number of nodes, number of

leaves, number of chemicals, number of plagiotropic branches and productivity 0) View all items from this seller Concrete of 8142 Conilon Victory clone 12V (precocious). Thus, in relation to the conventional management, it was observed that the pigeon bean, not handling 50%, provided the increase of 3.57 kg of cereals per Coffee plant, which corresponds to 5,970 kg ha⁻¹ a plant population was 1,672 coffee plants per hectare. On the other hand, other green manures do not provide significant increases in relation to conventional management.

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura constitui-se em um dos principais agroecossistemas do Espírito Santo devido a sua importância social e econômica no Estado. A cadeia produtiva do café, em sua totalidade, gera aproximadamente 250 mil postos de trabalho diretos e indiretos, e responde por 35% do Produto Interno Bruto (PIB) capixaba, sendo que mais de 75% são de agricultores de base familiar (Emcaper, 2016).

A alta demanda nutricional dos cafeeiros pode atingir recomendações entre 120 e 470 kg ha⁻¹ de N, 120 a 400 kg ha⁻¹ de K₂O e de 15 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Matiello et al., 2005) e o preço dos fertilizantes é um dos itens que mais encarece os custos de produção. Além disso, o Brasil importa 90% do K, 50% do P e 70% da energia utilizada na fabricação de fertilizantes nitrogenados.

Atualmente, na produção de café, há uma crescente demanda por utilização de insumos de origem biológica e renováveis. Assim, os estudos sobre processos de ciclagem de nutrientes crescem em importância para o aumento na eficiência das técnicas que visam a melhor nutrição dos cafeeiros. Diante disso, é importante priorizar estudos na área, com intuito de buscar fontes de adubação que visem diminuir os custos e a dependência de insumos industriais para a cafeicultura, sem implicar em perdas significativas de produtividade e qualidade (Emcaper, 2016).

A utilização de Fabaceae capazes de realizar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico pode atuar como fonte de N para os cafeeiros

(Coelho et al., 2006; Ricci et al., 2002). A adubação verde com Fabaceae concentra outros nutrientes na camada superficial do solo, pela deposição da matéria orgânica, e, além disso, promove melhorias no ambiente radicular dos cafeeiros, tornando-os menos sujeitos a ataques de cercosporiose e mais resistentes a perdas de ramos produtivos (Chaves, 2001).

A fim de garantir o nível de produção, a demanda pela aplicação de fertilizantes minerais passou a ser cada vez maior, elevando, conseqüentemente, os custos de produção. Uma das alternativas mais eficientes para elevar o nível de matéria orgânica dos solos e ainda promover a ciclagem de nutrientes nos sistemas é por meio do cultivo de adubos verdes ou por meio do manejo da cobertura viva dos solos e dos resíduos vegetais oriundos de roçadas da vegetação espontânea, queda de folhas, poda de ramos, entre outros, o que possibilita o retorno de grandes quantidades de material orgânico ao solo.

A adubação verde tem sido muito utilizada para introduzir grandes quantidades de matéria orgânica nos solos, proveniente da biomassa vegetal produzida e manter o solo coberto, protegendo-o dos danos provocados pela erosão, aumentar a atividade biológica dos solos, estimular processos biológicos importantes, tais como a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio (FBN).

O objetivo deste trabalho é avaliar características morfo-agronômicas do cafeeiro conilon submetido a diferentes manejos de espécies de adubos verdes..

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação verde

Adubos verdes são plantas cultivadas no local de origem ou trazidas de outro ambiente com a finalidade de serem incorporadas ao solo para melhorar a sua fertilidade (Chaves, 2000).

Diversos trabalhos têm demonstrado o efeito dos adubos verdes nas características físicas, químicas e biológicas do solo. Segundo Espíndola et al. (1997), o rompimento das camadas compactadas do solo pode ser realizado pelo cultivo de plantas, utilizadas como adubo verde, que possuem sistema radicular desenvolvido. O sistema radicular desenvolvido provoca desarranjos no solo ao penetrar nas camadas compactadas e, ao sofrer decomposição, deixa canais que contribuem para a infiltração de água e difusão de gases, melhorando a qualidade física do solo (Foloni et al., 2006). Segundo Roth et al. (1992), o crescimento radicular pode também incrementar a matéria orgânica ao longo do perfil do solo, a qual promove a estabilização dos agregados, reduzindo a susceptibilidade do solo à compactação. Assim, a utilização de plantas descompactadoras favorece o aumento do macro e microporosidade reduzindo, com isso, a densidade do solo (Santos et al., 2008).

As propriedades biológicas do solo estão relacionadas às formas de vida existentes no mesmo, sendo que o uso da adubação verde exerce efeitos no incremento das atividades dos microrganismos, entre os quais os fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rizhobium*, e aumento da atividade de

minhocas (Coleman et al., 2004). Segundo os mesmos autores, a biota do solo influi na manutenção da fertilidade do solo, sendo considerada vital para a mesma, pois os microrganismos atuam na maioria de processos do solo, entre os quais destacam-se a disponibilidade e retenção de nutrientes, a decomposição de materiais orgânicos, o acúmulo da matéria orgânica e a estabilização de agregados do solo. De acordo com Steffen et al. (2007), os organismos da fauna edáfica são parte integrante do solo, capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas do ecossistema, sendo importante ferramenta para avaliar a qualidade do solo. Dentro desse contexto, o manejo do solo com uso de adubo verde propicia condições ambientais, entre as quais temperatura e umidade, favoráveis aos organismos edáficos. A atividade biológica é afetada pela adubação verde devido à atividade exercida sobre a matéria orgânica do solo que, por sua vez, supre os microrganismos presentes com as substâncias orgânicas e inorgânicas necessárias ao seu desenvolvimento, estabelecendo, a partir da natureza do material vegetal adicionado, um maior desenvolvimento de determinados organismos microbianos (fungos micorrízicos), minhocas e outros (Silva, 2007).

Entre os efeitos da adubação verde na fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca de cátions efetiva (t), a diminuição dos teores de alumínio e a capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes (Calegari et al., 1993). No entanto, sabe-se que esses efeitos são bastante variáveis, dependendo da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio e corte do adubo verde, do período de permanência dos resíduos no solo, das condições locais e da interação entre esses fatores (Alcântara et al., 2000).

As plantas da família Fabaceae são as preferidas para incremento da matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, da sua riqueza em elementos minerais, do seu sistema radicular bastante ramificado e profundo, da capacidade de mobilização dos nutrientes do solo e, principalmente, da possibilidade de absorção e assimilação do nitrogênio atmosférico quando em simbiose com bactérias diazotróficas (Malavolta, 1967) e também pela sua rápida decomposição no solo. Além disso, essas plantas podem, também, ser utilizadas para proteger os cafeeiros contra os ventos (Melles et al., 1978).

2.1.1 *Mucuna* preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy)

A mucuna preta, uma planta da família Fabaceae, tem como centro de origem a China e exerce ação alelopática sobre algumas plantas daninhas (Barni et al., 2003). Alelopatia é a capacidade que algumas espécies de plantas ou de microrganismos de produzirem substâncias que inibem ou estimulem o crescimento de outras espécies. Em função desse comportamento, algumas espécies são beneficiadas e outras são prejudicadas, influenciando a composição florística de determinado ecossistema (Ferreira et al., 2000).

A mucuna vegeta bem nas regiões tropicais e subtropicais. Necessita de climas quentes, de invernos suaves, sem ocorrência de geadas, sendo bastante resistente à deficiência hídrica (Barni et al., 2003). É uma planta anual, herbácea, rasteira, com ramos trepadores vigorosos e bem desenvolvidos. A mucuna preta exhibe razoável tolerância a estresses abióticos, incluindo seca, baixa fertilidade e alta acidez do solo, mas elas são sensíveis à geada e não crescem bem em solos frios e úmidos (Ferraz et al., 2003).

Braga et al. (2006) citam que a época de semeadura vai de outubro a fevereiro, quanto ao espaçamento e densidade recomendam 50 cm entre linhas, empregando-se sete sementes por metro linear, sendo necessários de 100 a 135 kg ha⁻¹ de sementes. A produtividade normal é de 6 a 8 Mg ha⁻¹ de matéria seca e 1.000 a 1.500 kg ha⁻¹ de sementes. Segundo Ferraz e Lopes (2003), a mucuna preta produz cerca de 35 Mg ha⁻¹ de fitomassa, e fixa cerca de 120 a 157 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Como adubação verde deve ser semeada de setembro a janeiro, uma vez que necessita de 140 a 150 dias para florescer e a poda deve ocorrer no frio, no final do ciclo (Barni et al., 2003).

Espécies de mucuna são recomendadas como adubo verde em consórcio com o cafeeiro por possibilitar melhoria na fertilidade do solo, além do seu efeito benéfico nos sistemas de rotação de culturas, que visam reduzir populações de algumas espécies de nematóides como *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (Ferraz et al., 2003).

2.1.2 Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.)

O feijão guandu, conhecido também como feijão de árvore, foi introduzido no Brasil e Guianas pela rota dos escravos procedentes da África, tornando-se largamente distribuído na região tropical, onde assumiu importância como fonte de alimento humano (Seiffert et al., 1983).

O feijão guandu desenvolve-se bem em condições tropicais e subtropicais, entre as latitudes 30° N e 30° S. A temperatura média que lhe é mais favorável, conforme Vieira et al. (2001), varia de 18 a 29°C, mas, com umidade adequada e solo razoavelmente fértil, tolera temperaturas médias de até 35°C.

A espécie é considerada como de múltipla utilização. Assim, é extensivamente usada como alimento humano e adubo verde para melhorar a fertilidade do solo em sistemas de cultivo (Tobita et al., 1994). Dependendo da variedade, o guandu pode ser uma planta anual ou perene de vida curta, apresentando caule lenhoso e uma raiz principal pivotante, que pode penetrar um ou mais metros no solo (Haag, 1986). Possui numerosas raízes finas secundárias, que podem atingir até 30 cm de profundidade. Apresentam nódulos que contêm bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam simbioticamente nitrogênio atmosférico (FBN) e que é assimilado e translocado à planta para a formação de seus aminoácidos e proteínas (Seiffert et al., 1993).

A habilidade de enraizamento do guandu a maiores profundidades indica seu potencial de maior absorção de água assim como de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo. Além disso, Arihara et al. (1991) relatam que o desenvolvimento do sistema radicular do feijão guandu proporciona a abertura de canais nas camadas adensadas que, após sua decomposição, possibilitam o crescimento de raízes de milho e soja em cultivo sucessivo.

Em solos profundos, férteis e até nos compactados, segundo Vieira et al. (2001), essa leguminosa pode desenvolver-se em regiões com 250 a 400 mm ano⁻¹ de chuva, graças ao seu sistema radicular profundo e pivotante. Além disso, o feijão guandu responde muito bem à calagem em solos ácidos. Em solos com correção de pH via calagem, as raízes podem se aprofundar até 3,0 metros, retirando nutrientes e água das camadas profundas, não alcançadas pelas raízes de culturas anuais (Novaes et al., 1988).

O feijão guandu é citado como melhorador de solos, seja pela incorporação de matéria orgânica com elevados teores de nitrogênio ou pela capacidade de extração de fósforo em solos, não apresentada por outras culturas (Nene et al., 1990). Em exsudados de raízes de feijão guandu têm sido encontrados compostos fenólicos (p.ex.: ácido piscídico), os quais quelata o Fe, deixando o P livre na solução do solo para ser absorvido pelas culturas (Ae et al., 1990).

O primeiro corte das plantas de guandu pode ser realizado aos 90 dias após a semeadura, cerca de 80 centímetros de altura, e, daí em diante, a cada oito semanas no período das chuvas ou de seca, no caso de cultura irrigada (Sagrilo et al., 1993).

Ricci et al. (2003) avaliando a influência do feijão guandu sobre o crescimento e produtividade do cafeeiro arábica, sob manejo orgânico, verificaram a importância dessa associação com significativo aporte de N e de matéria orgânica, além de outros nutrientes no agroecossistema. Assim, a literatura de maneira geral refere-se principalmente ao N cuja concentração em outras fontes orgânicas, usadas na adubação, normalmente é baixa para suprir as necessidades dos cafeeiros, como a casca do café, com um teor de N variando de 0,6 a 1,2% ou o esterco bovino, variando de 0,3 a 3,5% (Vale et al., 1995).

Os teores de N considerados ideais nas folhas dos cafeeiros variam de 2,7 a 3,2% (Andrade, 2001). Nos testes realizados com *Cajanus cajan*, Ricci e Aguiar (2003) constataram um teor médio de N nas folhas dos cafeeiros de 3,3% na presença dessa leguminosa nas entrelinhas, contra 2,7% obtido em sua ausência.

2.1.3 Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)

O feijão-de-porco é uma Fabaceae anual, rústica e de hábito herbáceo, originária da América Tropical. É muito cultivada em regiões tropicais e equatoriais, pois apresenta boa resistência a altas temperaturas e à seca. Não tem boa palatabilidade, sendo, portanto, pouco utilizado como pastagem, podendo ser tóxica aos animais. Essa espécie é recomendada para adubação verde, sendo cortada e incorporada ao solo no início da floração, aproximadamente 120 dias após a semeadura (Rodrigues et al., 2004).

Essa planta possui folhas alternadas, trifoliadas, folíolos grandes elíptico-ovais, de cor verde escura brilhante, com nervuras bem salientes, inflorescências axilares em racemos grandes. As flores são de cor violácea ou roxa, as vagens são achatadas, largas e compridas (25 cm ou mais), coriácea, contendo 4 a 18 sementes. As sementes são grandes, de forma arredondado-ovalada, de cor branca ou rosada, hilo oblongo de cor parda, rodeado de uma zona de cor castanha, com uma lingueta de cor branca (Calegari, 1995).

Possui crescimento herbáceo ereto não trepador, atingindo 1,2 a 1,5 metro de altura. Tem produtividade entre 20 a 40 Mg ha⁻¹ de matéria verde e 4 a 8 Mg ha⁻¹ de matéria seca por ciclo de 120 dias. Fixa entre 120 a 280 kg ha⁻¹ de N por ciclo. Além disso, possui efeito alelopático, sendo muito utilizada no controle da tiririca (Barreto et al., 2006; Formentini et al., 2008).

A semeadura é realizada em linhas (40 a 50 cm), com 6 a 10 sementes por metro linear, ou em covas (2 sementes) espaçadas a 40 ou 50 cm (Formentini et al., 2008).

Não se recomenda a repetição do plantio dessa leguminosa por muitos anos no mesmo local, pois pode aumentar a população de nematóides fitopatogênicos do solo, portanto, recomenda-se que seja utilizada sempre em rotação com outras culturas (Formentini et al., 2008). É importante salientar que muitas são as espécies de plantas recomendadas como adubos verdes, tendo como uma das funções principais a redução do ataque de nematóides, porém deve-se conhecer aquelas que são hospedeiras dos nematóides, caso contrário, o efeito será inverso, isto é, o solo pode permanecer com altas densidades populacionais desse parasita (Rossi, 2002).

2.1.4 Margaridão mexicano (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray)

Dentro do numeroso grupo de plantas utilizadas para a adubação verde pode-se citar a *Tithonia diversifolia* conhecida como margaridão mexicano. É planta herbácea da família Asteraceae, originária da América Central. Foi introduzida em diversos países da África, Ásia e América do Sul, onde recebe diversas denominações, como por exemplo, girassol mexicano, assim como também margaridão mexicano.

Plantas de *Tithonia diversifolia* acumulam nitrogênio em suas folhas tanto quanto as leguminosas. Também, apresentam altos teores de fósforo, possuem grande volume radicular, habilidade especial para recuperar nutrientes do solo, têm ampla faixa de adaptação ambiental e toleram condições de acidez e baixa fertilidade do solo. É uma espécie considerada rústica, podendo suportar podas ao nível do solo (Wanjau et al., 1998). Além disso, apresenta boa capacidade de produção de biomassa, rápido crescimento e baixa demanda de insumos e de manejo para seu cultivo (Rios, 1998).

O margaridão mexicano tem sido utilizado na agricultura, como adubo verde para melhoria da fertilidade dos solos que, de acordo com Cairns (1997), pode exercer papel importante como fitorremediador de nutrientes indesejáveis que, de outra forma, seriam lixiviados para o lençol freático. Por outro lado, a simbiose do margaridão com fungos micorrízicos pode exercer papel importante na mobilização de fósforo.

2.1.5 Consórcio entre *Coffea canephora* e leguminosas

Dentre as leguminosas promissoras para a prática da adubação verde em consórcio com o cafeeiro destacam-se: a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), o feijão guandu (*Cajanus cajan* L.), a mucuna preta (*Stilozobium aterrimum* L.), e a soja (*Glycine Max* (L. Merr) por serem plantas rústicas e de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptadas às condições de solos de baixa fertilidade e elevadas temperaturas (Pereira, 2004). Segundo o mesmo autor, podem ocorrer efeitos negativos se não for adotado manejo adequado para cada espécie no cultivo de leguminosas como mucuna preta, feijão-de-porco e soja perene, quando em cafezais adultos, sobre a produção do cafeeiro.

As leguminosas utilizadas como adubos verdes na cultura do café promovem o ingresso de nitrogênio fixado biologicamente nos agroecossistemas e também a reciclagem de nutrientes do solo. Normalmente o cultivo é feito em consórcio, semeando-se nas entrelinhas dos cafeeiros. Alguns trabalhos com cafeeiros constataram o potencial das leguminosas em substituir a adubação nitrogenada (Bergo et al., 2006), sua complementação (Ricci et al., 2005; Theodoro et al., 2009) ou de sua adição, mas, mantendo a adubação usual com N (Bergo et al., 2006; Paulo et al., 2006; Barrella, 2010).

Segundo Paulo et al. (2006), somente o guandu diminuiu significativamente a produção dos cafeeiros. Somando o triênio, que foi de 1993 a 1995, ocorreu decréscimo de 1.910 grãos na média da produção das cinco plantas de cafeeiro avaliadas, quando em consórcio com o feijão guandu. Esse decréscimo pode ter explicação na capacidade das raízes dessa leguminosa em explorar camadas profundas do solo, obtendo assim, maior potencial na absorção de água, mas também a possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas. (Alvarenga et al., 1995), o que provavelmente pode competir com os cafeeiros, devido ao seu maior potencial de absorção de água e possibilidade de reciclagem dos nutrientes do solo. (Trani et al., 1989; Alvarenga, 1993) observaram que o guandu também reduziu a altura de planta e o diâmetro do caule do cafeeiro (Paulo et al., 2001). Enquanto que as outras espécies como crotalária (*Crotalaria juncea* L. e *C. spectabilis* Roth.), soja perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey), mucuna anã (*Stizolobium deeringeanum* Bort.), consorciadas e cultivadas na mesma época, resultou em produção com média de 4.000 frutos nas plantas cafeeiras avaliadas. Segundo Paulo et al. (2001), verificou-se maior diâmetro da parte aérea e maior altura das plantas cafeeiras desses tratamentos.

O risco de competição entre plantas de adubação verde e o cafeeiro existe, principalmente quando não são adotados cuidados específicos, como utilização de leguminosas adequadas, cultivo de número correto de plantas por área, adubação das leguminosas, corte das leguminosas em épocas corretas, observando os períodos de veranico, não as deixando, nesse caso, crescer até o seu florescimento (máxima produção de matéria verde). Por outro lado, a competição é reduzida nas lavouras cafeeiras em formação, devido à grande distância livre nas ruas (Espíndola et al., 1997).

2.1.6 Efeito da adubação verde na fisiologia do cafeeiro

Os efeitos das leguminosas consorciadas sobre a produtividade de cafeeiro são contraditórios. Os diversos trabalhos observados apresentam variações no manejo e na espécie de leguminosas com predominância de resultados prejudiciais ao cafeeiro ou ausência de efeitos. Bergo et al. (2006)

observaram aumentos de produtividade do cafeeiro com *Flemingia congesta* e *Mucuna aterrima* e diminuição com guandu e feijão-de-porco, tanto com adição de adubos minerais nitrogenados, quanto sem. Paulo et al. (2006) observaram redução na produtividade de cafeeiros adubados com adubação mineral nitrogenada e em consórcio com o guandu, porém, nos consórcios com *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, mucuna anã e a soja, as produtividades não diferiram da testemunha. Tais resultados indicam que outros fatores, além do aporte de biomassa e N pelas leguminosas interferem na produtividade do cafeeiro.

As razões do insucesso do consórcio com leguminosas podem estar associadas às variáveis do manejo que não consideram a sincronia com as demandas do cafeeiro. Na maior parte dos trabalhos efetua-se o corte das leguminosas em pleno florescimento destas (Bergo et al., 2006; Paulo et al., 2006; Matos et al., 2011), sem considerar a demanda de nutrientes para a produção do café. Outros autores propõem a antecipação do plantio das leguminosas para o início do período das chuvas (Araujo et al., 2007) e a diminuição do período de consórcio com as leguminosas (Araujo et al., 2007; Barrela, 2010) visando a redução da competição e a mineralização do N antes que os frutos dos cafeeiros estejam formados.

As épocas de semeadura e de corte das leguminosas podem ser fatores determinantes para o manejo em função da sincronia com a demanda de nutrientes pelo cafeeiro. Nesse sentido, Barrela (2010) avaliou o corte de leguminosas aos 30, 60, 90 e 120 dias após semeadura de feijão-de-porco ou lablabe (*Lablab purpureus*), observando diminuição no diâmetro da copa e número de folhas com o aumento do período em consórcio. Relatou também, resultados diferentes em dois anos. No primeiro ano a produtividade foi maior na testemunha, porém no segundo ano, apenas no maior período em consórcio, 120 dias, a produtividade foi menor que a testemunha. Certamente, o menor período em consórcio com o feijão-de-porco pode reduzir os problemas de competição, também observados por Paulo et al. (2006) avaliando o consórcio com guandu.

A sincronia da semeadura e corte da leguminosa deve ser feita em função da demanda do cafeeiro e os estádios de formação dos frutos. A adubação mineral é realizada no início do período chuvoso até o mês de fevereiro (Bartholo et al., 2003; Fenilli et al., 2007) e, certamente, o adubo verde deverá atender ao

cafeeiro no mesmo período. Nesse período os ganhos de acúmulo de N são de 36% na fase de expansão rápida, entre dezembro e janeiro e de 47% na fase de granação, entre fevereiro e abril (Laviola et al., 2008). Como a mineralização do N-leguminosa depende da umidade para a decomposição do material orgânico, aplicação do adubo verde deve ocorrer de forma sincronizada no início de cada estádio ou até o mês de fevereiro, a partir do qual as taxas de acúmulo de N passam a ser decrescentes (Fenilli et al., 2007; Laviola et al., 2008).

Os acúmulos de N em cafeeiros são diferentes e as recomendações são baseadas nos teores foliares de N e nas expectativas de produção (Guimarães et al., 1999). Em anos de carga baixa e alta, os acúmulos de N nos frutos representam 8,5 e 47,8% do N acumulado na parte aérea, corresponde a 38,0 e 281,2 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Fenilli et al., 2007). Portanto a transferência de N para os cafeeiros precisa ser avaliada de forma independente em cada ano.

Os teores foliares de N em cafeeiros também apresentam resultados complementares das leguminosas na adubação. Ricci et al. (2006) observaram aumento de teores foliares de N em cafeeiros cultivados com crotalária em consórcio complementando a adubação com cama de aviário em relação a testemunha sem leguminosas. Bergo et al. (2006) observaram maiores teores foliares de N na associação da adubação verde com a nitrogenada em relação a leguminosa somente, indicando melhor efeito das duas fontes associadas.

São poucos os estudos que identificam quanto do N presente nos cafeeiros são provenientes das leguminosas. Snoeck et al. (2000) relatam que em leucena 52% N foi derivado da FBN e que 42,3% do N no cafeeiro foi derivado dessa leguminosa. Na cultura do milho, Silva et al. (2009), observaram que 45,4% de N foi derivado da parte aérea de crotalária, utilizada como único adubo, e de 23,4 a 16,5% quando suplementado com diferentes doses de uréia. Na cultura da uva, Ovalle et al. (2010), observaram nas folhas que 14 e 20% de N foi derivado de leguminosas precoces e tardias, respectivamente, cultivadas em consórcio.

Alguns trabalhos indicam que a produção em monocultivo das leguminosas em área adjacente, seguida de corte e aplicação no cafezal, contribui para os cafeeiros, sem os efeitos de competição acarretados pelo crescimento simultâneo nas entrelinhas. Fidalski et al. (2010) compararam 17 materiais orgânicos na adubação de cafeeiros e observaram que altura, diâmetro da copa, volume da copa e número de ramos do cafeeiro foram maiores após

aplicação da adubação verde em relação a testemunha e as produtividades foram maiores com o consórcio de mucuna cinza e Leucena. A adubação com a parte aérea de mucuna preta, produzida em monocultivo, contribuiu positivamente para o crescimento do cafeeiro com aumentos do perímetro do caule, número de nós, diâmetro da copa e número de folhas (Vilela et al., 2011). Portanto, o potencial de adubação da biomassa de leguminosas pode ser determinado na ausência do consórcio, o qual envolve também o efeito da competição com o cafeeiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Alegre-ES, na latitude 20°45'44" Sul, longitude 41°27'43" Oeste e altitude de aproximadamente 134 m. Com estação seca no inverno e verão quente e chuvoso - com temperatura média anual de 22,2° C, variando de 17° e 29° C. (Prefeitura Municipal de Alegre, 2016).

A precipitação em mm dos meses setembro a dezembro do ano agrícola 2015 para cultura cafeeira foi de e apresentado no (Figura 1).

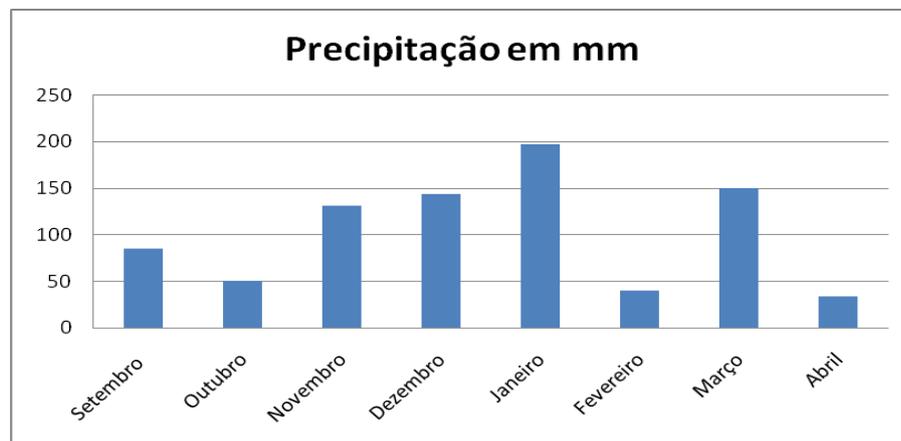


Figura 1. Precipitação (mm) dos meses de setembro a dezembro de 2015, no município de Alegre (ES).

O experimento foi realizado em campo, seguindo-se o método de amostragem em lavoura de café pré-estabelecida, com idade sete anos, com população de plantas de aproximadamente 1.672 plantas por hectare e instalada em solo com declividade de 11 %.

A unidade experimental constituiu-se de uma planta de cafeeiro, variedade clonal “Incaper 8142” Conilon Vitória variedade 12 V (precoce), com espaçamento de 2,30 x 2,60 metros. Utilizou-se bordadura de pelo menos uma planta de cafeeiro entre as unidades experimentais.

Foram avaliados cafeeiros contendo as espécies de adubo verde: feijão guandu, mucuna preta, feijão-de-porco, e margaridão mexicano, em ambas as entrelinhas adjacentes (100%) e apenas na entrelinha localizada na entrelinha superior (50%), além de um tratamento testemunha, sem adubo verde, com adubação convencional.

Antes da instalação do experimento, amostras de solo foram coletadas da camada de 0–20 cm de profundidade e analisadas seguindo a metodologia recomendada pela (Embrapa, 1999). Os atributos físicos e químicos do solo antes do plantio dos adubos verdes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química das áreas estudadas antes da montagem do experimento do cafeeiro consorciadas com adubos verdes (feijão-de-porco, feijão guandu, mucuna preta, margaridão mexicano) e a testemunha

Determinações	Feijão Guandu	Mucuna Preta	Feijão de Porco	Margaridão Mexicano	Testemunha
M.O dag/dm ³	1,2	1,0	1,2	1,3	1,4
pH	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5
P mg/dm ³	3,4	3,7	3,2	3,4	4,2
K mg/dm ³	78	60	98	41	72
Ca cmol/dm ³	2,2	2,6	2,6	2,6	2,6
Mg cmol/dm ³	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8
Al cmol/dm ³	0,35	0,24	0,26	0,21	0,18
H+Al cmol/dm ³	5,80	5,30	5,30	5,10	5,30
SB cmol/dm ³	3,10	3,55	3,75	3,60	3,58
CTC cmol/dm ³	8,90	8,85	9,05	8,70	8,88
V %	35	40	41	41	40
% K CTC	2	2	3	1	2
% Ca CTC	25	29	29	30	29
% Mg CTC	8	9	10	10	9
% Al CTC	3,9	2,7	2,9	2,4	2,0
% H+Al CTC	65	60	59	59	60
P-rem mg/L	28,6	31,6	32,9	28,1	32,7

S. monóico	28	30	20	26	20
mg/dm ³					
B mg/dm ³	0,40	0,50	0,60	0,50	0,60
Zn mg/dm ³	0,5	0,6	0,7	0,6	1,2
Mn mg/dm ³	15,2	12,5	17,4	13,0	16,1
Cu mg/dm ³	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Fe mg/dm ³	32	37	36	28	34

Fonte: Dados do experimento

As leguminosas foram semeadas ou plantadas a aproximadamente 1,30 m do caule dos cafeeiros em fileira única, em sulco disposto nas entrelinhas dos cafeeiros. Utilizou-se as densidades de semeadura indicadas nas recomendações técnicas da Embrapa (2000) para o feijão guandu, mucuna preta e feijão-de-porco. O plantio do margaridão mexicano foi realizado com a utilização de estacas com comprimento em torno de 20 cm, espaçadas de 50 cm.

Foram realizados cortes ou podas dos adubos verdes, no período em que o cafeeiro se encontrava em estágio de endurecimento do pergaminho, entre novembro/dezembro. A mucuna preta e o feijão-de-porco foram roçados rente ao solo, com o auxílio de roçadeira portátil, sendo deixados sobre a superfície do solo. Posteriormente, fez-se novamente a semeadura dessas espécies em cada tratamento. O corte do feijão-de-porco ocorreu aos 75 dias após a semeadura, quando as plantas encontravam-se em pleno florescimento. Para mucuna preta o corte foi realizado aos 90 dias após a semeadura, em que as plantas encontravam-se em estágio vegetativo. Para o feijão guandu a poda foi efetuada quando as plantas atingiram 1,70 m, aos 90 dias após o plantio, período em que a espécie encontrava-se em pleno crescimento vegetativo, reduzindo-se a altura para 1,20 m, em relação ao solo (Calegari 1995). Na ausência de referências bibliográficas para o manejo do margaridão mexicano, adotou-se o recomendado para o feijão guandu, por apresentarem crescimento vegetativo semelhante.

O tratamento testemunha (adubação convencional) foi adubado em duas épocas: no estágio de grão chumbinho e no início do estágio de endurecimento do pergaminho, em outubro e novembro, respectivamente. A adubação mineral por planta foi composta por 45 g de ureia, 27,5 g de cloreto de potássio e 35 g de superfosfato simples, em cada uma das épocas, de acordo com as

recomendações da análise do solo da área seguindo as recomendações de Prezotti., Muner (2008).

Após os cortes ou podas dos adubos verdes, o total de matéria fresca produzido em cada tratamento foi pesado e uma amostra de 50 g foi colocada em estufa com circulação forçada de ar, mantida a temperatura de 65 °C, por 72 horas. Posteriormente, essas amostras foram pesadas obtendo-se o teor de matéria seca de cada espécie de adubo verde. Com esses valores, calculou-se a produção de matéria seca por unidade experimental e a produtividade de matéria seca por hectare (Sandro et al., 2014).

As características morfo-agronômicas avaliadas nos cafeeiros foram:

1. comprimento do maior ramo ortotrópico, foi selecionado o maior ramo ortotrópico e medido a partir de 2 cm da superfície do solo até seu ápice (m). Essa característica foi nominada como altura da planta (ALT);

2. diâmetro dos ramos ortotrópicos (DRO), com medição padronizada na região central do segundo entrenó de cada um dos dois ramos (mm);

3. diâmetro do ramo plagiotrópico (DRP) medido no segundo entrenó do centro da planta para a ponta do ramo selecionado;

4. número de entrenós da planta (ETN) determinado pela contagem direta em cada um dos ramos plagiotrópicos selecionados;

5. número de folhas lançadas nos ramos plagiotrópicos (NF), obtido pela contagem dessas folhas nos ramos plagiotrópicos;

6. número de ramos plagiotrópicos lançados (NRP), obtido pela contagem direta em dois ramos ortotrópicos por planta;

7. número de nós produtivos dos ramos plagiotrópicos (NP), obtidos pela contagem direta dos nós nos ramos selecionados;

8. litros de café colhido *in natura* (LTS), após a colheita do café, utilizando um recipiente graduado para mensurar a capacidade em volume colhido por planta;

9. quilogramas de café cereja produzidos por planta (kg) pela pesagem do café após colheita, utilizando balança digital.

As características morfo-agronômicas de um a sete, citadas anteriormente, foram avaliadas inicialmente em setembro de 2015 e ao final do experimento em abril de 2016. Com os dados obtidos calculou-se os incrementos dessas características.

Os ramos plagiotrópicos selecionados para as medições foram três por planta, sendo esses os maiores entre aqueles que se direcionavam no sentido transversal às entrelinhas dos cafeeiros. As mensurações foram realizadas com paquímetro digital e trena manual. Todas as variáveis foram coletadas no período da colheita.

Utilizando o aplicativo computacional R Core Team (2016), foi realizada a análise descritiva, formando gráficos individuais para cada característica avaliada e, posteriormente, foi empregado intervalos de confiança a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No manejo 100%, a mucuna preta foi o adubo verde que mais proporcionou aporte de matéria seca para a adubação verde dos cafeeiros sendo, aproximadamente, o dobro dos fornecidos pelo feijão guandu e feijão-de-porco e o triplo do produzido pelo margaridão mexicano (Tabela 2). No manejo 50%, a matéria seca produzida pela mucuna preta foi, em média, 1,6 vez maior do que o feijão guandu e o feijão-de-porco e 3,6 vezes maior que o margaridão mexicano (Tabela 2).

Tabela 2: Estimativa de produção de matéria seca dos adubos verdes cultivados nas entrelinhas das plantas cafeeiras, em manejos 100% e 50%

Espécies de adubos verdes	100%	50%
	Mg ha ⁻¹	
Feijão guandu	5,9	3,0
Mucuna preta	10,8	4,7
Feijão-de-porco	5,0	2,8
M. mexicano	2,7	1,3

Fonte: Dados do experimento

O feijão guandu, no manejo 50%, proporcionou acréscimo na altura das plantas de cafeeiro, que foi sete cm a mais do que o proporcionado no manejo

100%, enquanto, os demais adubos não apresentaram diferença entre os manejos (Figura 2).

Em comparação ao manejo convencional, o feijão guandu e o feijão-de-porco no manejo 50%, proporcionaram acréscimos de 7,4 e 2,4 cm a mais nas alturas das plantas de café, em relação ao convencional (Figura 2). De forma semelhante, na média dos manejos, a mucuna preta e margaridão mexicano resultou em acréscimo de 5 e 4 cm, a mais em relação ao convencional (Figura 2).

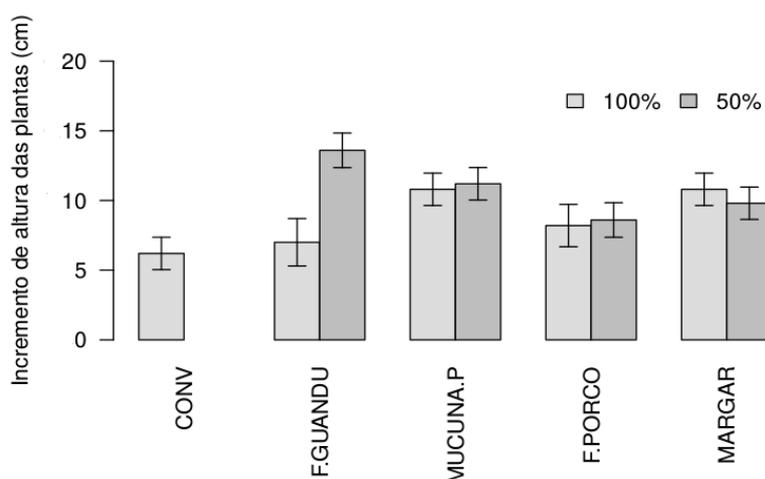


Figura 2. Incremento de altura das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% corresponde ao (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas) com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

Possivelmente, o sombreamento proporcionado pelo feijão guandu e pelo margaridão mexicano, ambas, plantas de porte elevado, fizeram com que as plantas cafeeiras estiolassem ou, então, o que é mais plausível, a melhor nutrição do cafeeiro, proporcionada pela adubação verde com estas leguminosas, resultou em maior crescimento das plantas, assim como também ocorreu com a mucuna preta e o margaridão mexicano e o feijão-de-porco no manejo 50% (Figura 2).

Os resultados encontrados estão de acordo com Fahl et al. (1994) e Carelli et al. (1999) que observaram efeito de manejos, podendo estes gerar competição por luz e reduzir o crescimento em altura das plantas cafeeiras. Suárez de Castro et al. (1961), analisando plantas recém transplantadas a campo, observaram maior crescimento em altura nos ambientes com maior densidade de

sombreamento. Morais et al. (2003), verificaram que o porte elevado do feijão guandu provoca alterações no microclima, devido ao sombreamento, podendo afetar a morfologia e a fisiologia do cafeeiro. Contudo, a magnitude dessas alterações depende do tipo, densidade, duração e época em que ocorre o sombreamento, bem como das condições climáticas vigentes, cultivar de cafeeiro, idade da planta, entre outros fatores (Morais et al., 2008). Pezzopane et al. (2007) avaliaram cafezais em sistema de consórcio com banana prata-anã (*Musa ssp*), e constataram que no cultivo consorciado, especialmente nos cafeeiros mais próximos às bananeiras, ocorreram alterações significativas no crescimento vegetativo e no desenvolvimento fenológico das plantas.

Diversos autores, como por exemplo, Paulo et al. (2001; 2006), têm exposto em seus trabalhos a importância do manejo adequado dos adubos verdes, para evitar danos às plantas cafeeiras, principalmente, quando o mesmo entra no período de produção. Assim, os fatores, não só ambientais, mas, também, de manejo, podem prejudicar a planta, fazendo com que a altura seja afetada, prejudicando a safra seguinte.

Quanto ao incremento do diâmetro dos ramos ortotrópicos, os manejos não apresentaram diferenças (Figura 3).

Em relação ao manejo convencional, foi observado que a média dos manejos do feijão guandu, feijão-de-porco, mucuna preta e margaridão mexicano proporcionaram acréscimos no diâmetro dos ramos ortotrópicos de 1,10; 0,90; 0,75 e 0,68 mm a mais em relação ao convencional (Figura 3).

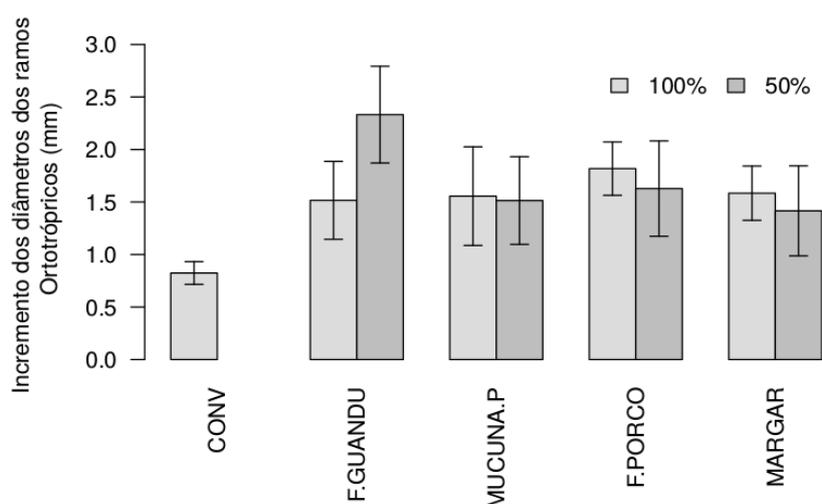


Figura 3. Incremento de diâmetro dos ramos ortotrópicos das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% corresponde ao

(adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% manejos com (linhas alternadas) com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

O incremento de diâmetro do caule foi maior nas plantas adubadas com feijão guandu e feijão-de-porco, certamente, devido à melhoria na nutrição do cafeeiro proporcionada por essas plantas. Entretanto, esses resultados são parcialmente contrários, aos obtidos por Barrella (2010), que avaliou o consórcio entre café e adubos verdes. Em seu experimento, o feijão guandu não resultou em acréscimo no diâmetro do caule dos cafeeiros, no primeiro ano de avaliação, porém, o feijão-de-porco sim.

Na avaliação do incremento do diâmetro dos ramos plagiotrópicos, verificou-se que a mucuna preta, no manejo 100%, proporcionou acréscimo de 1,3 mm a mais em relação ao manejo 50%, enquanto, para os demais adubos verdes não ocorreram diferenças entre os manejos (Figura 4).

Avaliando os adubos verdes em relação ao manejo convencional, foi observado que o feijão guandu, feijão-de-porco e margaridão mexicano, nas médias dos manejos, proporcionaram acréscimos de 1,98; 0,81 e 0,86 mm a mais nas plantas de cafeeiro em relação ao convencional (Figura 4). Entretanto, a mucuna preta no manejo 100% e 50% proporcionaram acréscimo de 1,89 e 0,59 mm a mais em relação ao convencional, respectivamente (figura 4).

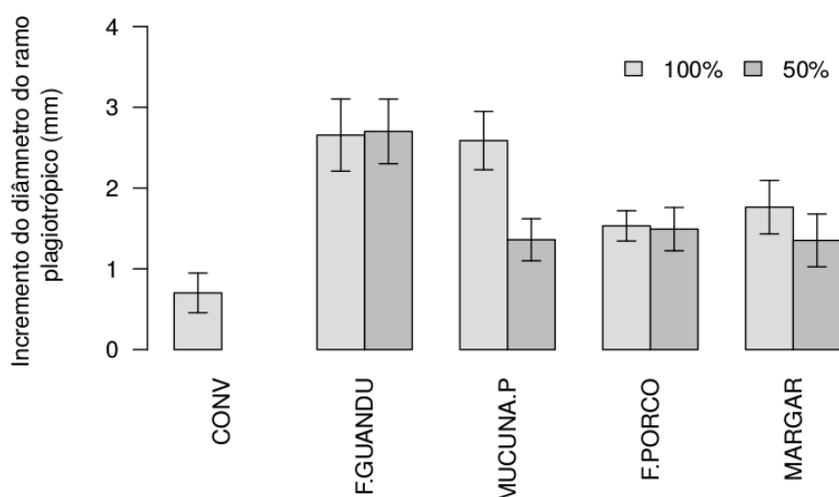


Figura 4. Incremento de diâmetro dos ramos plagiotrópicos das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

Resultados contraditórios foram encontrados por Paulo et al. (2006). Estes observaram que o guandu reduziu a altura de planta e o diâmetro do caule e do ramo plagiotrópico do Apoatã IAC 2258. Segundo os mesmos autores, a leguminosa conviveu com os cafeeiros em torno 150 dias, de abril até junho, período em que na região inicia a diminuição da precipitação pluvial, o que pode ter contribuído para a competição por água (PAULO et al. 2001).

Na avaliação do número de entrenós, verificou-se que o manejo 50% apresentou incremento de dois entrenós em relação ao 100% nas plantas adubadas com feijão guandu, entretanto, com os demais adubos não foram observadas diferenças entre os manejos (Figura 5). Por outro lado, ao se comparar os adubos verdes com o manejo convencional foi observado que o feijão guandu, no manejo 50%, resultou em acréscimo de quatro entrenós em relação ao convencional nas plantas de café (Figura 5).

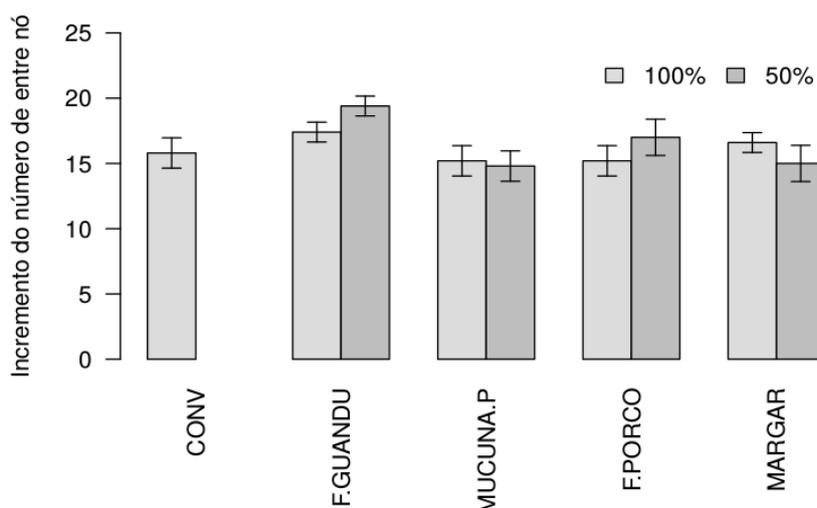


Figura 5. Incremento de entre nó das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

Segundo Castro; Kluger e Peres (2005) em plantas sombreadas a fotomorfogênese também altera o crescimento de maneira bastante visível, em função da modificação da qualidade da luz. A radiação após passar pela copa, sendo relativamente mais rica em vermelho extremo do que vermelho, promove uma grande queda no teor de vermelho distante (FVe). Dessa forma, as plantas têm seu caule alongado e se ramificam menos, utilizando prioritariamente sua

energia para elevar o caule do que para crescer horizontalmente. As consequências devido à planta favorecer o alongamento dos entrenós, pelo gasto extra de reserva, costuma ser a redução da área foliar, do sistema radicular e das ramificações laterais, devido a inibição do desenvolvimento das gemas laterais (Taiz e Zeiger, 2004).

Na avaliação do número de folhas das plantas cafeeiras, verificou-se, nos adubos verdes feijão guandu e mucuna preta no manejo 50% incrementos de 3,4 e 12 folhas a mais em relação ao 100% (Figura 6). Nas plantas adubadas com feijão-de-porco, no manejo 100%, o incremento foi de 3,4 folhas em relação ao 50% (Figura 6). Entretanto, comparando-se os adubos verdes com o manejo convencional foi observado que, o feijão guandu, nos manejos 100% e 50%, proporcionou acréscimo de 6,8 e 10 folhas em relação ao convencional (Figura 6). Enquanto, a mucuna preta, no manejo de 50%, proporcionou acréscimo de 12,5 folhas em relação ao convencional (Figura 6).

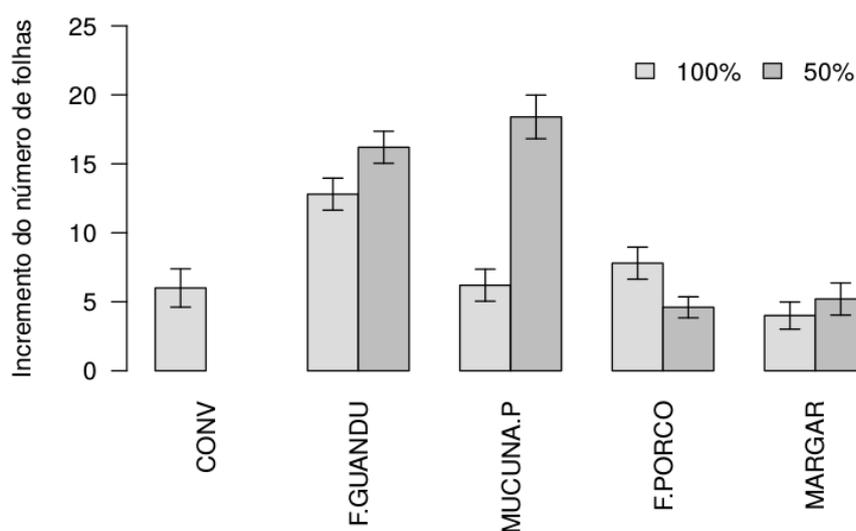


Figura 6: Incremento de número de folhas das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

O lançamento de folhas é um processo contínuo durante todo ano, mas sua taxa varia com as condições climáticas, sendo maior no período quente e chuvoso que no período seco e frio. A produção de folhas está intimamente associada ao crescimento dos caules (ortotrópicos), especialmente nos ramos laterais (plagiotrópicos), tendo-se em vista que os primórdios foliares resultam

diretamente da atividade da gema apical. O crescimento relevante, portanto, e aquele comprometido com a formação de nós e não com extensão dos entrenós, embora os dois processos estejam relacionados (Rena e Maestri, 1987).

Damatta (2008) acrescenta que a nutrição adequada, sobretudo nitrogenada, é fundamental e que condições estressantes podem alterar os efeitos compensatórios da fotossíntese entre a folhagem interna e externa, principalmente, em cafezais a pleno sol e em espaçamentos grandes. Provavelmente esse é um dos motivos de o consorciamento resultar em maiores benefícios a cafeeiros em áreas marginais de cafeicultura (Damatta; Rena 2002; Damatta, 2008).

O feijão guandu, no manejo 50%, proporcionou incremento de 4,8 nós produtivos em relação ao manejo 100%, nos demais adubos estudados não houve diferença (Figura 7).

Avaliando os adubos verdes em relação ao manejo convencional foi observado que o feijão guandu no manejo 100% e 50% proporcionou incrementos de 2,8 e 7,6 nós produtivos nas plantas de café em relação ao convencional. Nas médias dos manejos com mucuna preta e feijão-de-porco, o incremento foi de 3,7 e 3,5 nós produtivos em relação ao convencional (Figura 7).

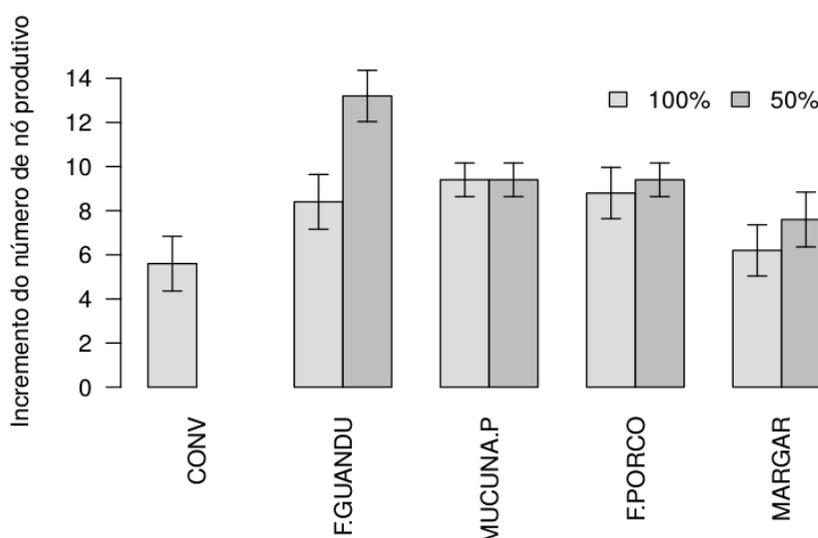


Figura 7: Incremento de número de nó produtivo das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t). A mucuna preta foi o adubo verde que apresentou a maior produção de matéria seca (10,8 Mg ha⁻¹ no

manejo 100%) (Tabela 2), isso indica que nem sempre o maior crescimento de um adubo verde é desejável, pois, este resultou em menor número de nós produtivos em relação ao feijão guandu, no manejo 50%, que produziu 3 Mg ha⁻¹ de matéria seca. Isso demonstra que a menor produção de massa seca foi satisfatória.

Um dos mais importantes componentes da produção é o número de nós formados (nós produtivos), assim como o número de frutos presentes em cada nó, que são diretamente afetados pela intensidade de radiação solar e influenciam diretamente a produção (Cannel, 1975).

Campanha et al. (2004) observaram maior número de nós nos ramos plagiotrópicos em planta cafeeira consorciada em relação a plantas a pleno sol. Por outro lado, Morais (2003) constataram que os números de nó por ramo, além do número de nó produtivo, aumentaram significativamente nos cafeeiros que sofreram maior disponibilidade de irradiância.

Ricci et al. (2007) concluíram que o consórcio com adubos verdes reduz o diâmetro dos cafeeiros, o número de ramos produtivos e de nós por ramos, mas aumenta a área foliar e o peso dos grãos, permitindo a obtenção de produção semelhante ao cultivo a pleno sol.

Na avaliação do incremento do número de ramos plagiotrópicos, observa-se que não houve diferença entre os manejos estudados nos adubos verdes (Figura 8). Entretanto, avaliando os adubos verdes em relação ao manejo convencional foi observado que nas médias dos manejos dos adubos feijão guandu e feijão-de-porco o incremento foi de 3,1 e 3,9 ramos plagiotrópicos a mais em relação ao convencional (Figura 8). Entretanto, no manejo de 50%, a mucuna preta resultou em acréscimo de 2,7 ramos plagiotrópicos em relação ao convencional (Figura 8).

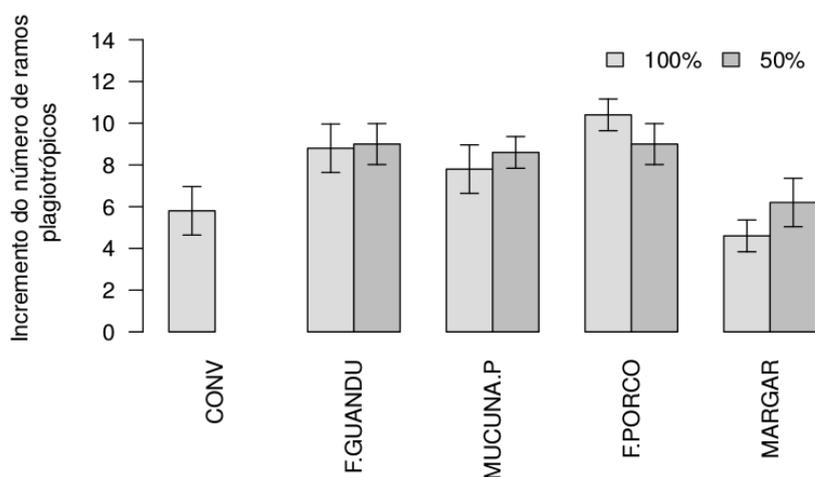


Figura 8: Incremento de número de ramos plagiotrópicos das plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional ou com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

Constatou-se que as plantas cafeeiras que eram adubadas com adubos verdes promoveram baixas perdas dos ramos plagiotrópicos. Assim, a associação do adubo verde, feijão guandu, parece ter conferido melhor condição para nutrição nitrogenada; o que não ocorreu com os demais adubos avaliados e, como consequência, houve perdas de números de ramos plagiotrópicos.

Plantas de cafeeiros com maior radiação luminosa ou cultivadas a pleno sol podem proporcionar maior número de nós nos ramos plagiotrópicos primários e um maior comprimento dos internódios desses ramos (Lunz, 2006).

Morais (2003) não observou diferença significativa no número de ramos plagiotrópicos de plantas a pleno sol e sombreado com feijão guandu; no entanto, estes últimos proporcionaram maior percentual de ramos com frutos.

O aumento do número de ramos plagiotrópicos pode ser considerado como um aumento do potencial produtivo do cafeeiro, uma vez que ocorra aumento no número de nós, local onde se originam as gemas laterais com capacidade produtiva. Contudo, o lançamento excessivo de ramificações secundárias e terciárias pode prejudicar a safra seguinte, pois pode estar ocorrendo uma grande diferenciação de gemas vegetativas em detrimento das reprodutivas (Morais, 2003).

Na avaliação da produtividade em litros de café cereja por planta, verificou-se que não ocorreu diferença entre os manejos 50 e 100% nos adubos verdes avaliados (Figura 9). Da mesma forma, na comparação entre o manejo

convencional e os adubos verdes, não foi observada diferença de produtividade em litros por planta (Figura 9).

Pezzopane et al. (2010), trabalhando com o consórcio macadâmia e café, constataram que a presença da cultura de sombreamento altera o microclima. Cultivos de cafés em sistema de consórcio com *Musa* AAB (Pezzopane et al.; 2007; Pezzopane et al., 2005) e *Grevillea* robusta (Pezzopane et al., 2011), registram atenuação de até 27% da irradiância, fato que não se mostrou relevante para alterações no crescimento e desenvolvimento dos cafeeiros. Baliza et al. (2012) e Rodríguez-López et al. (2014) afirmaram que as diferenças na disponibilidade de radiação e alterações sazonais podem causar alterações na estrutura e função das folhas do cafeeiro, como alterações fisiológicas no crescimento e desenvolvimento da planta, podendo até promover melhor desempenho fotossintético, mantendo a produtividade. Bote e Struik (2011) constataram que a interceptação da radiação solar em cafeeiros promove modificações morfológicas, incluindo possíveis adaptações fisiológicas.

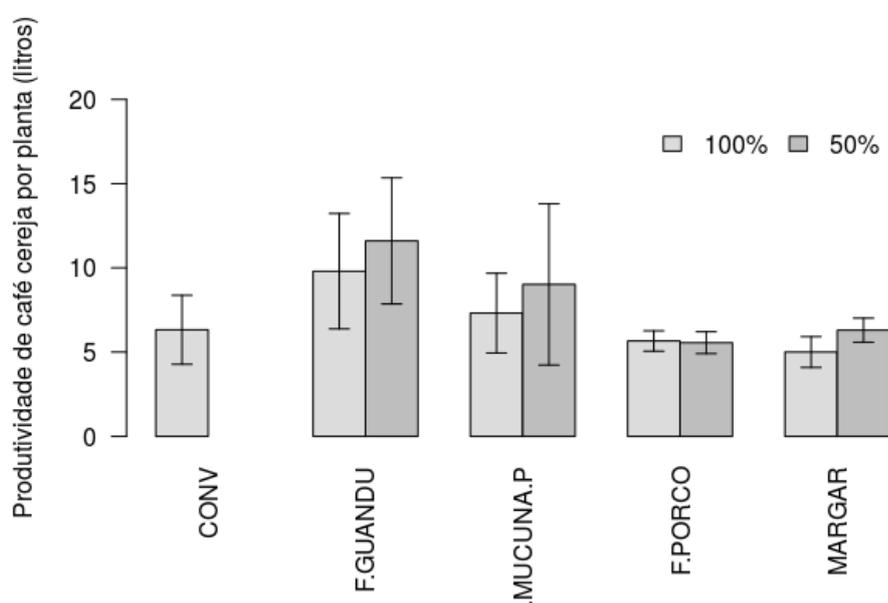


Figura 9: Produtividade de café cereja em plantas cafeeiras submetidas a manejo convencional e com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

Na avaliação da produtividade de café cereja por planta expresso em kg não verificou-se diferença entre os manejos dos adubos verdes (Figura 10).

Entretanto, em relação ao manejo convencional, foi observado que o feijão guandu, no manejo 50%, proporcionou incremento de 3,57 kg por planta de café (Figura 10), o que corresponde a 5.970 kg ha⁻¹ já que a população de plantas foi de 1.672 plantas de café por hectare. Por outro lado, os demais adubos verdes não proporcionaram incrementos significativos em relação ao manejo convencional (Figura 10).

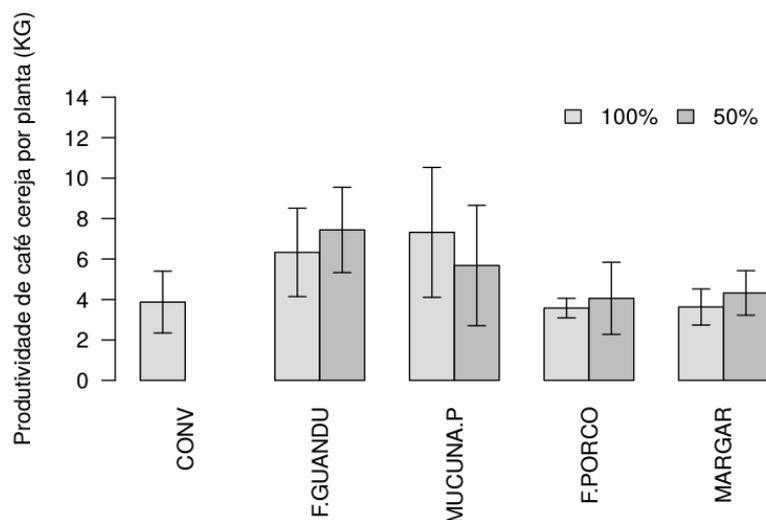


Figura 10: Produtividade expressa em quilograma de café cereja por planta em cafeeiros submetidas a manejo convencional e com adubos verdes, 100% (adubo verde nas duas linhas adjacentes ao cafeeiro) e 50% (linhas alternadas), com intervalo de confiança calculado com 5% pelo teste de Student (t).

O incremento na produtividade proporcionado pelo feijão guandu no manejo 50% (Figura 10), certamente está associado aos incrementos em altura da planta (Figura 2), número de entrenós (Figura 5), número de folhas (Figura 6) e número de nós produtivos (Figura 7).

Na literatura encontram-se resultados contraditórios em relação à utilização de adubos verdes na produção e desenvolvimentos de lavouras cafeeiras, sendo que alguns autores apontam efeitos benéficos (Bragança, 1985; Pavan, 1993) ou indiferentes (Falco, 1999; Pavan et al., 1986). Para outros, os adubos verdes podem substituir a adubação química se são utilizados de forma equilibrada, observando-se o conteúdo de nutrientes fornecido e o seu preço final, (Fernandes et al., 2000; Viana & Miguel, 1992).

Vários estudos sobre a adubação do cafeeiro confirmaram a possibilidade de substituição parcial das adubações químicas por outras fontes de adubos,

sejam elas orgânica ou verde, desde que se tenha o equilíbrio necessário da fertilidade do solo e do estado nutricional das lavouras cafeeiras (Barros et al., 1999; Bragança, 1985; Garcia et al., 1983). Nesse contexto, Furtini Neto et al. (1995), relatam que a adubação orgânica é capaz de suprir as necessidades das lavouras somente até os dois primeiros anos após o plantio. A partir desse período, torna-se necessária a complementação com fertilizantes químicos. Segundo Paulo et al. (2006), estudando espécies de leguminosas nas entrelinhas do cafeeiro, concluiu-se que o uso durante sete anos consecutivos dos adubos verdes *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, mucuna anã ou da soja não diminuiu a produtividade e não interferiu no desenvolvimento do cafeeiro.

Alguns autores relatam que o processo de conversão é uma etapa delicada, na qual há um desequilíbrio nutricional que reflete na produtividade e desenvolvimento da lavoura cafeeira. Assis & Romeiro (2004), estudando sistemas de produção de café orgânico em propriedades de agricultores familiares, relataram que a produtividade antes da transição era de 13 a 28 sacas ha^{-1} durante o período de conversão, foi reduzida para 10 a 18 sacas ha^{-1} e, finalmente, após o período de conversão, a produtividade aumentou para um patamar entre 27 a 38 sacas ha^{-1} . Darolt (2000), afirma que a conversão para a agricultura orgânica ou agroecologia, apesar de ser uma etapa delicada nos primeiros anos, proporciona, com o passar do tempo, um impacto favorável na sustentabilidade em suas diferentes dimensões.

Vale ressaltar que o manejo 50% de feijão guandu foi superior ao convencional para a maioria das características avaliadas (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 10). Quanto aos demais adubos verdes, vale considerar que algumas espécies liberam os nutrientes de maneira lenta, possuindo taxas de decomposição diferenciadas, o que dificulta muitas das vezes a comparação do efeito desses com os dos fertilizantes químicos tradicionais, que estão prontamente disponíveis para as plantas (Ribeiro et al., 1999).

5. RESUMOS E CONCLUSÕES

O objetivo desse trabalho foi avaliar características morfo-agronômicas do cafeeiro conilon submetido a diferentes manejos de espécies de adubos verdes, em área de transição agroecológica. O experimento foi realizado em campo, seguindo-se o método de amostragem em lavoura de café pré-estabelecida, com idade de sete anos, com população de plantas de aproximadamente 1.672 plantas por hectare e instalada em solo com declividade de 11 %. Foram avaliados cafeeiros contendo as espécies de adubo verde: feijão guandu, feijão-de-porco, mucuna preta e margaridão mexicano, em ambas as entrelinhas adjacentes (100%) e apenas na entrelinha localizada na entrelinha superior (50%), além de um tratamento testemunha, sem adubo verde, com adubação convencional. A unidade experimental constituiu-se de uma planta de cafeeiro, variedade clonal "Incaper 8142 Conilon Vitória clone 12V (precoce), com espaçamento de 2,30 x 2,60 metros. Utilizou-se bordadura de pelo menos uma planta de cafeeiro entre as unidades experimentais. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições.

O manejo 50% de feijão guandu foi superior ao convencional para a maioria das características avaliadas (altura das plantas, diâmetro do ramo ortotrópico e plagiotrópico, número de entrenós, número de folhas, número de nós produtivos, número de ramos plagiotrópicos e produtividade em quilogramas de café cereja por planta, portanto pode ser recomendado, para o primeiro ano de

transição. Ressalta-se que esta recomendação é especificamente para a variedade clonal “Incaper 8142 Conilon Vitória clone 12V (precoce).

Assim, em relação ao manejo convencional, foi observado que o feijão guandu, no manejo 50%, proporcionou incremento de 3,57 kg de grãos cereja por planta de café, o que corresponde a 5.970 kg ha⁻¹ já que a população de plantas foi de 1.672 plantas de café por hectare. Por outro lado, os demais adubos verdes não proporcionaram incrementos significativos em relação ao manejo convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ae, N., Arihara, J., Okada, K., Yoshihara, T., Johansen, V. (1990) Phosphorus uptake by Pigeonpea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. *Science*, 284: 477-480.
- Alcântara, F. A., Neto, A. E., Paula, M. B. de., Mesquita, H. A. de., Muniz, J. A. (2000) Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35 (2), 277- 288.
- Andrade, C. E. Calagem e adubação do café. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.
- Arantes, E. M., Carvalho Junior, A. G. de, Moraes, L. F., *Principais leguminosas utilizadas como adubo verde*. Cuiabá: EMPAER-MT, 995. 130p.
- Araújo, J. B. S., Balbino, J. W. S. (2007) Manejo de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) sob dois tipos de poda em lavoura cafeeira. *Coffee Science*, Lavras, 2: 61-68.
- Arihara, J., Ae, N., Okada, K. Root development of pigeonpea and chickpea and its significance in different systems. IN: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K.I. (Eds). (1991) *Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics*. Patancheru. ICRISAT, 183-194.

- Assis, R. L., Romeiro, A. R. (2004) Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 21, p. 143-168.
- Baliza, D. Cunha, R. L. Guimarães, R. J., Barbosa, J. P. R. A. D., Ávila, F. W., Passos, A. M. A. (2012) Características fisiológicas e desenvolvimento de cafeeiros sob diferentes níveis de sombreamento. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, Recife, v. 7, p. 37-43.
- Barni, N. A., Freitas, J. M. de O., Matzenauer, R., Tomazzi, D. J., Zanotelli, V., Argenta, G., Sechin, J., Didone, I. A., Hilebrand, G., Bueno, A. C., Ribeiro, S. de S. (2003) *Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola*. Porto Alegre: FEPAGRO, 84 p. (Boletim FEPAGRO, 12).
- Barrella, T. P. (2010) *Manejo de espécies de leguminosas em cafezal sob cultivo orgânico*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 95p.
- Barreto, A. C., dos Anjos, J. L., Fernandes, M. F., Sobral, L. F. Uso de leguminosas. In: Melo, M. B., Silva, L. M. S. (2006) *Aspectos técnicos dos cítrus em Sergipe*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 82p.
- Barros, U. V., Barbosa, C. M., Matiello, J. B., Santinato, R. (1999) *Doses e modo de aplicação da palha de café e esterco de gado associado ao adubo químico, na formação e produção do cafeeiro na zona da mata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, Franca. Rio de Janeiro: MAPA/ PROCAFÉ, v.25, p. 35-35.
- Bartholo, G. F., Guimarães, P. T. G., Mendes, A. N. G., Moura, V. M. (2003) Produtividade de cultivares de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes épocas de parcelamento da adubação. *Ciência e Agrotecnologia*, 27(4): 816-821.

- Bergo, C. L., Pacheco, E. P., Mendonça, H. A., Marinho, J. T. S. (2006) Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. *Acta Amazonica*, Manaus, 36(1): 19-24. Disponível em: <[http:// acta.inpa.gov.br/fasciculos/36-1/PDF/v36n1a04.pdf](http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/36-1/PDF/v36n1a04.pdf)>.
- Bertoni, J., Neto, F. L. (1993) Conservação do Solo, 3ª Edição, Editora Ícone. São Paulo, SP. 355p. Brasil. 2000. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Programa de crédito para a agricultura orgânica no Acre. Rio Branco, AC: paginação irregular.
- Bote, A. D. E., Struik, P. C. (2011) Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, v. 3, p. 336-341.
- Braga, N. R., Wutke, E. B., Ambrosano, E. J.; Bulisani, E. A. (2006) Mucuna preta: *Mucuna aterrima* Piper e Tracy. Campinas: IAC, Disponível em: <<http://wwwiac.sp.gov.br/Tecnologias/MucunaPreta/MucunaPreta.htm>>. Acesso em: 21/01/2016.
- Bragança, J. B. (1985) *Utilização de esterco de galinha e da palha de café na substituição parcial da adubação química do cafeeiro*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, Caxambu, MG. IBC Rio de Janeiro: v.12, p. 130-132.
- Cairns, M. F. (1997) A Property Rights Dimensions of Indigenous Fallow Management (IFM): *Summary of Ten Intersecting Issues@ document prepared for the Asia-Pacific Resource Tenure Network (ARTN) Indonesia*.
- Calegari, A. (1995) *Leguminosas de verão para adubação verde no Paraná*. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 117 p. (Circular, 80).
- Calegari, A., Mondardo, A., Bulizani, E. A., Costa, M. B. B., Miyasaka, S., Amado, T. J. C. (1993) *Aspectos gerais da adubação verde*. In: *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 346 p.

- Campanha, M. M, Santos, R.H.S., Freitas, G.B. (2004) Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems*, v.63, p.75-82.
- Cannell, M. G. R. (1975) Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. *Journal of Coffee Research*, Karnataka, v. 5, p. 7-20.
- Carelli, M. L. C.; Fahl, J. I.; Trivelin, P. C. O., Queiroz-Voltan, R. B. (1999) Carbon isotope discrimination and gas exchange in *Coffea* species grown under different irradiance regimes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, v. 11, p. 63-68.
- Castro, P. R.C., Kluge, R. A., Peres, L.E.P. (2005) Hormônios e reguladores Vegetais. In: CASTRO, P.R.C; KLUGE, R.A; PERES, L.E.P. Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. Piracicaba: *Agronômica Ceres*. p.389-440.
- Chaves, J. C. D. *Benefícios da adubação verde na lavoura cafeeira*. Londrina: IAPAR, 2000.
- Chaves, J. C. D. (2001) *Contribuições adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., Vitória. Anais... Brasília: Embrapa Café, 2001. v. 1, p. 2440-2448.
- Coelho, R. A., Silva, G. T.A., Ricci, M. S. F., Resende, A. S. (2006) Efeito de leguminosas arbóreas na nutrição nitrogenada do cafeeiro (*Coffea canephora* Pierre ex Froehn) consorciado com bananeira em sistema orgânico de produção. *Coffee Science*, Lavras,1 (1): 21-27.
- Coleman, D. C., Crossley JR., D. A., Hendrix, P. F. (2004) *Fundamentals of soil Ecology*. Elsevier Academic Press Inc., Amsterdam, The Netherlands.
- Damatta, F. M., Cunha, R. L., Antunes, W. C., Martins, S. C. V., Araujo, W. L., Fernie, A.R., Moraes, G.A.B.K. (2008) In field-grown coffee trees source sink

manipulation alters photosynthetic rates, independently of carbon metabolism, via alterations in stomatal function. *New Phytologist*, v.178, p.348- 357.

Darolt, M. R. (2000). *As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR*. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Curitiba- PR, Universidade Federal do Paraná-UFP, 310f.

Encaper. Disponível em: & lt;incaper.es.gov.br/estimativadacafeiculturaem2016 /& gt;. Acesso em: 23 maio.2017.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: *Embrapa Produção da Informação*; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

Espindola, J. A. A., Almeida, D. L. de, Guerra, J. G. M., Silva, E. M. R. da; Souza, F. A. de. (1998) Influência da adubação verde na colonização corrizica e na produção da batata-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33: 339-347.

Espíndola, J. A. A., Guerra, J. G. M., Almeida, D. L. (1997) Adubação verde: estratégia para uma agricultura Sustentável. *Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42).

Falco, L. (1999) *Fontes e doses de matéria orgânica na produção de mudas e na implantação de lavouras cafeeiras*. *Dissertação* (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras –MG, Universidade Federal de Lavras, UFLA, 67p.

Fenilli, T. A. B., Reichardt, K., Dourado-Neto, D., Trivelin, P. C. O., Favarin, J.L., Costa, F. M. P. da; BACCHI, O. O. S. (2007) Growth, development, and fertilizer- N recovery by the coffee plant. *Scientia Agricola*, 64: 541-547.

- Fernandes, A.L.T., Santinato, R., Drumond, L.C.D., Silva, R.P., Oliveira, C.B. (2000) *Estudo de fontes e doses de matéria orgânica para adubação do cafeeiro cultivado no cerrado. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 1, Poços de Caldas. Brasília, DF: Embrapa Café, v. 2, p. 1024-1027.
- Ferraz, S., Lopes, E. A. (2003) *Efeito do cultivo de duas espécies de Mucuna sobre a população de Meloidogyne exigua, M. incógnita e M javanica, em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA*, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido.
- Ferraz, S., Lopes, E. A. (2003) *Mucuna preta: A planta mágica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA*, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 64 – 67.
- Ferreira, T. N., Schwarz, R. A., Streck, E. V. (Coord.). (2000) *Solos: manejo integrado e ecológico: elementos básicos*. Porto Alegre: EMATER/RS, 100p.
- Fidalski, J., Chaves, J. C. D. (2010) Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) IAPAR-59 à aplicação superficial de resíduos orgânicos em um latossolo vermelho distrófico típico. *Coffee Science*, Lavras (5): 75-86.
- Fahl, J.I.; Carelli, M.L.C.; Vega, J.; Magalhães, A.C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). *J. Hortic. Sci.*, v.69, n.1, p.161-169, 1994.
- Foloni, J. S. S., Lima, S. L., Bull, L. T. (2006) Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30: 49-57.
- Formentini, E. A., Lóss, F. R., Bayerl, M. P., Lovati, R. D., Baptisti, E. (2008) *Cartilha sobre adubação verde e compostagem*. Vitória: Incaper, 27p.

- Furtini Neto, A. E., Curi, N., Guimarães, P. T. G. (1995) Fontes de matéria orgânica e fertilização química na formação e produção de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em latossolo da região do cerrado. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 19, p. 265-271.
- Garcia, A. W. R., Martins, M., Salgado, A. R., Freire, A. C. F. (1983) *Efeitos da adubação química isoladamente, bem como sua associação com adubos orgânicos na produção do cafeeiro Mundo Novo em solo. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS*. Poços de Caldas. Rio de Janeiro: IBC/ GERCA, p. 282-284.
- Guimarães, P. T. G., Garcia, A. W. R., Alvarez V., V. H., Prezotti, L. C., Viana, A. S., Miguel, A. E., Malavolta, E., Corrêa, J. B., Lopes, A. S., Nogueira, F. D., Monteiro, A. V. C. (1999). In: Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez V., V. H. (Ed.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais*, p.289-302.
- Haag, H. P. (1986). *Forageira na seca: algaroba, guandu e palma forrageira*. Campinas: Fundação Cargil, 137p.IAPAR, 2000.
- Köppen, W.; Geiger, R. (1928) *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.
- Laviola, B. G., Martinez, H. E. P., Salomão, L. C. C., Cruz, C. D., Mendonça, S. M., Rosado, L. (2008) Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. *Bioscience Journal*, 24 (1): 19-31.
- Lunz, A.M.P. (2006) *Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba –SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ – 94f.

- Malavolta, E. (1967) *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 606p.
- Matiello, J. B. Santinato, R., Garcia, A. W. R., Almeida, S. R., Fernandes, D.R. (2005) *Cultura do café do Brasil: novo manual de recomendação*. Brasília: MAPA; Fundação Procafé, 434 p.
- Matos, E. S.; Mendonça, E. S., Cardoso, I. M., Lima, P. C., freese, D. (2011) Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 35(1): 141-149.
- Melles, C. C. A., Silva, C. M. de. (1978) Culturas intercalares. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.70-71.
- Morais, H. (2003) *Efeito do sombreamento de cafeeiros (Coffea arabica L.) com guandu (Cajanus cajan (L) Millsp.) No Norte do Paraná*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Londrina- PR, Universidade Estadual de Londrina. USL-118f.
- Morais, H., Marur, C.J., Caramori, P.H., Koguishi, M.S., Gomes, J.C., Ribeiro, A.M.D. (2008) Floral buds development, flowering, photosynthesis and yield of coffee plants under shading conditions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.465-472.
- Nene, Y.L., Sheila, V.K. (1990) Pigeonpea: geography and importance. In: Nene, Y. L.; Hall, S. D.; Sheila, V. K (Eds.). *The Pigeonpea*. Cambridge: CAB International/ ICRISAT, p.1-14.
- Novaes, N. J., Vitti, G. C., MAnzano, A., Esteves, S. N., Giroto, C. R. (1988) Efeito da fosfatagem, calagem e gessagem na cultura do guandu. I. Produção de matéria seca e proteína, e teores de proteína e fibra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 23 (9): 1049-1054.

- Ovalle, C., Pozo, A., Peoples, M. B.; Lavín, A. (2010) Estimating the contribution of nitrogen from legume cover crops to the nitrogen nutrition of grapevines using a ^{15}N dilution technique. *Plant and Soil*, The Hague, 334(1): 247-259.
- Paulo, E. M., Berton, R. S., Cavichioli, J. C., Bulisani, E. A., Kasai, F. S. (2006) Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. *Bragantia*, Campinas, 65 (1):115-120.
- Paulo, E. M., Berton, R. S. Cavichioli, J. C., Bulisani, E. A., Kasai, F. S. (2001) Produtividade do café Apoatã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. *Bragantia*, Campinas, 60 (3):195-199.
- Pavan, M. A. (1993) Avaliação de esterco de bovino biodigerido e curtido na fertilidade do solo e na nutrição e produção do cafeeiro. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 16 p. (*Boletim técnico*, 45).
- Pavan, M. A., Chaves, J. C. D., Mesquita Filho, L. (1986) Manejo da adubação para formação de lavouras cafeeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 21, p. 33-42.
- Pereira, A. J. *Produção de biomassa aérea e de sementes de Crotalaria juncea a partir de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano.* (2004) Dissertação (Mestrado) – Seropédica, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 68p.
- Pezzopane, J. R. M. Marsettie, M. M S., Ferrari, W. R., Pezzopane, J. E. M. (2011) Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiroanão-verde. *Revista Ciência Agronômica*, Campinas, v. 42, p. 865-871.
- Pezzopane, J. R. M., Castro., Fábio, da. S. (2010) Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, p. 341-348.

- Pezzopane, J. R. M., Pedro Júnior, M. J., Gallo, P. B. (2005) Radiação solar e saldo de radiação em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. *Bragantia*, v. 64, p. 485 – 497.
- Pezzopane, J. R. M., Pedro Júnior, M. J., Gallo, P. B. (2007) Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/banana. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* (Online), v. 11, p. 256-264.
- Prefeitura Municipal De Alegre. Características Geográficas. <http://alegre.es.gov.br/site/index.php/acidade/historia/caracteristicasgeograficas> Acesso em: 13 de abril de 2017.
- Prezotti, L. C.; Muner, L. H. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo. 5ª aproximação*. SEEA/INCAPER, 2008. p.115-125.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rena, A.B.; Maestri, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: Castro, R.C., Ferreira, S.O., Yamada, T. (1987) Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 119-147.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. V. H. (Eds.). (1999) *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359 p.
- Ricci, M. dos S. F., Aguiar, L. A. de. (2003) *Influência da adubação verde sobre o crescimento, produtividade e teor de nitrogênio no tecido foliar do cafeeiro (Coffea arabica L.) sob manejo orgânico*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003. Brasília: Embrapa Café. p.420-421.

- Ricci, M. S. F., Alves, B. J. R., Miranda, S.C., Oliveira, F.F. (2005) Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. *Scientia Agricola*, Piracicaba,62, (2):138-144. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v62n2/23493.pdf>.
- Ricci, M. S. F., Alves, B. J. R., Aguiar, L. A. de Mamoel, R. M., Segres, J. H., Oliveira, F. F. de, Miranda, S. C. (2002) *Influência da adubação verde sobre o crescimento, estado nutricional e produtividade do café (Coffea arabica) cultivado no sistema orgânico*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Documentos, 153, 29p.
- Ricci, M. S. F., Costa, J. R., Pinto, A. N., Santos, V. L. S. (2006) Cultivo orgânico de cultivares e café a pleno sol e sombreado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4): 569-575.
- Ricci, M. S. F.; Costa, J. R.; Santos, V. L. S. (2007) *Ocorrência de seca de ramos em cafeeiros cultivados no sistema orgânico em diferentes espaçamentos de plantio*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. (Documentos, 244).
- Ríos, C. I. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (1998) Gray, uma planta com potencial para La producción sostenible en el trópico. CONFERENCIA ELETRONICA DE LA FAO-CIPAV SOBRE AGROFORESTERÍA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL EM LATINOAMÉRICA. Artículo n.14.
- Rodrigues, J. E. L. F., Alves, R. N. B., Lopes, O. M. N., Teixeira, R. N. G., Rosa, E. S. A. (2004) importância do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.) como cultura 21 intercalar em rotação com milho e feijão caupi em cultivo de coqueirais no município de Ponta de Pedras situado na Ilha de Marajó Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia, 4p. (Comunicado Técnico n 96).
- Rodríguez-López, N. F. Martins, P. C. C. Paulo, E.M. S, Morais, L. E. Pereira, L. F. (2014) Morphological and physiological acclimations of coffee seedlings to

growth over a range of fixed or changing light supplies. *Environmental and Experimental Botany*, Paris, v. 102, p. 1-10.

- Rossi, C. E. (2002) Adubação verde no controle de nematóides. In: Adubos verdes: espécies, características, ações, vantagens, diferentes métodos, plano de rotação e correção orgânica da acidez no perfil do solo. Botucatu: *Agroecologia Hoje*, 14: 26.
- Roth, C. H., Castro-Filho, C., Medeiros, G. B. (1992) Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um Latossolo Roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15: 241- 248.
- Sagrilo, E., Girão, E. S., Barbosa, F. J. V., Ramos, G. M., Azevedo, J. N., Medeiros, L. P., Araújo Neto, R. B., Leal, T. M. (1993) Agricultura familiar. Teresina: EMBRAPA Meio Norte, (Sistema de produção, 1).
- Santos, G. G., Silveira, P. M., Marchão, R. L., Becquer, T., Balbino, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43 (1): 115-122, 2008.
- Seiffert, N. F., Thiago, L. R. L. S. (1983) Legumineira cultura forrageira para produção de proteína: guandu (*Cajanus cajan*). EMBRAPA-CNPQC, 52p. (Circular Técnica 13).
- Silva, D. M. E. (2007) *Influência dos sistemas de exploração agrícola convencional e orgânico em cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, UFCE, 78 p.
- Silva, E. C., Muraoka, T., Villanueva, F.C.A., Espinal, F. S. C. 2009, Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 44 (2): 118-127.

- Snoeck, D., Zapata, F., Domenach, A. M. Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee trees. (2000) *Biotechnology Agronomy Society and Environment*, Colchester,4(2): 95-100.
- Steffen, R. S., Antonioli, Z. I., Kist, G. P. (2007) Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. *Ciência Florestal*, Santa Maria,17 (3): 265-269.
- Suárez De Castro, F., Montenegro, L., Aviles, P. C., Moreno, M., Bolaños, M. (1961) *Efecto del sombrío en los primeros años de vida de un cafetal*. Café, Turrialba, v. 3, p. 81-102.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2004) *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. p.449-484.
- Theodoro, V. C. A., Mendes, A. N. G., Guimarães, R. J. (2009) Resposta de lavouras cafeeiras em transição agroecológica a diferentes manejos do solo. *Coffee Science*, Lavras, 4(1): 56-66.
- Tobita, S., Ito, O., Matsunaga, R., Rao, T. P., Rego, T. J., Johansen, C., Yoneyama, T. (1994) Field evaluation of nitrogen fixation and use of nitrogen fertilizer by sorghum/pigeon pea intercropping on an Alfisol in Indian semiarid tropic. *Biology and Fertility Soils*, 17: 241- 248.
- Toledo, S.V., Barros, I. de. (1999) Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, p.1379-1384.
- Vale, F. R. do, Guedes, G. A., Guilherme, L. R. G. (1995) Manejo da fertilidade do solo. UFLA/FAEPE. Lavras, MG. 206 p.
- Viana, A. S.; Miguel, A. E. (1992) *Efeitos da adubação química isolada bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção de cafeeiros Mundo Novo, em solo Led*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, Araxá. Resumos... Rio de Janeiro: MAARA/ PROCAFÉ, p. 113-116.

Vieira, R. F., VleirA, C., Vieira, R. F. (2001) *leguminosas graníferas*. Viçosa: Editora UFV, 206 p.

Vilela, E. F., Freitas, M. R. C., Piano, P. B., Santos, R. H. S., Mendonça, E. S. (2011) Crescimento inicial de cafeeiros e fertilidade do solo adubado com mucuna, amendoim forrageiro ou sulfato de amônio. *Coffee Science*, Lavras, 6 (1): 27-35.

Wanjau, S., Mukalama J., Thijssen, R. (1998) Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. *Boletín de ILEIA*, 25p.